

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

Obor N3106
Řízení jakosti
Katedra materiálového inženýrství

Vizuální hodnocení barevných rozdílů a barevné preference.

The visual assessments of color differences and color preferences.

Klára Volhejnová
RJA - 485

Vedoucí práce: Doc. Ing. Michal Vik, PhD.
Konzultant: Ing. Martina Viková

| | |
|--------------------|----|
| Počet stran textu: | 75 |
| Počet obrázků: | 30 |
| Počet tabulek: | 5 |
| Počet grafů: | 22 |
| Počet příloh: | 5 |

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Katedra textilních materiálů

Školní rok: 2006/2007

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro
obor:

Klára Volhejnová
řízení jakosti

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách určuje toto zadání diplomové práce:

Název tématu:

Vizuální hodnocení barevných rozdílů a barevné preference

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte přehled dosavadních poznatků v oblasti měření barevnosti a vzhledu se zaměřením na výpočty barevných odchylek.
2. Proved'te studii vizuálního hodnocení barevných rozdílů pomocí sady textilních tkanin s minimálně 5-ti barevnými centry.
3. Vyhodno'te výsledky vizuálního hodnocení barevných diferencí s ohledem na validitu dV a porovnejte výsledky predikční schopnosti rovnic CIELAB, CMC(*l:c*), CIE1994 a CIE2000 pro výpočty barevných odchylek.
4. Vyhodno'te barevné preference na souboru alespoň 30-ti respondentů
5. Vypracujte studii dalšího postupu.

Rozsah grafických prací:
Rozsah průvodní zprávy:
Seznam odborné literatury:

cca 30 stran

1. Vik, M. : Základy měření barevnosti, I. díl, Skriptum TU Liberec 1995
2. Richter, M. : Einfuehrung in die Farbmatrik, Walter de Gruyter Berlin 1976
3. Billmeyer, F. W. Jr., Saltzman, M. : Principles of Color Technology, III. Ed. , John Wiley & Sons Inc., 2000
4. Richter, K.: Computergrafik und Farbmatrik, VDE-Verlag, Berlin 1996
5. Časopisy : Col. Res. Appl., Die Farbe, Tex. Chem. Col., J. Soc. D. Col., atd.

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Michal Vik, PhD.

Konzultant: Ing. Martina Viková

Zadání diplomové práce: 01. 10. 2006

Termín odevzdání diplomové práce: 16.5. 2007

L.S.

Prof. Ing. Jiří Militký, CSc

Prof. Ing. Jiří Militký, CSc

Vedoucí katedry

Děkan

V Liberci dne 01. 10. 2006

P r o h l á š e n í

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 - školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, dne 11.5.2007

.....

Klára Volhejnová

Na tomto místě bych ráda poděkovala a vyslovila uznání všem, kdo se podíleli na vzniku mé diplomové práce. Za vedení, cenné rady a připomínky Doc. Ing. Michalu Vikovi, PhD. Dále za ochotu všem studentům, kteří se dobrovolně účastnili časově náročného experimentu. Rovněž děkuji konzultantce Ing. Martině Vikové.

Zvláštní poděkování patří rodičům za poskytnuté zázemí.

Abstrakt

Tato práce se zabývá vizuálním hodnocením barevných rozdílů a preferencí barev. Diplomová práce se ubírá dvěma směry.

První je výpočet barevných rozdílů u sady textilních vzorků pomocí objektivního a subjektivního měření. Teorie je věnována především barevným modelům a systémům hodnocení barevných diferencí. Ke stanovení objektivních barevných rozdílů byly používány rovnice CIELAB, CMC (1:c), CIE1994, CIE2000 a OSA-UCS. V experimentální části je popsána metoda stanovení vizuálních a objektivních barevných rozdílů. Je zde vyhodnocena rovnice, která poskytuje nejlepší predikční schopnost, tzn. nejvíce se shoduje se subjektivně naměřenou barevnou odchylkou.

Druhý směr se zabývá analýzou barevných preferencí potencionálních zákazníků při nákupu oděvních produktů a spotřební elektroniky. Teoretická část práce se věnuje základním poznatkům v oblasti barevným preferencí, psychologie barev, dynamiky barev. Také uvádí metody získávání informací pro analýzu trhu. V experimentu je popsán vliv barevné preference na populaci.

Abstract

The thesis concerns visual assessments of color differences and color preferences. It's segmented in two main parts.

The first part describes the calculation of subjective (visual) and objective color differences of textiles samples. A theory about color models and systems aimed at the assessment of color differences is included. The equations CIELAB, CMC (1:c), CIE1994, CIE2000 and OSA-UCS were used to determine the objective color differences. These visual and objective valuation methods of color differences are presented in an experiment. The experimental purpose is to make out the best predictive ability of one of the equations and to verify which equation is mostly consistent with visual color differences.

The second part is an analysis of color preferences. It is an examination of potential customers' shopping behavior. There are discussed general knowledge of color preferences, color psychology and dynamism of the color. In addition, there are also methods of data acquisition for market analysis. Here an experiment describes the color perception influencing on population.

KLÍČOVÁ SLOVA

barevný vjem

světlo

barevná odchylka

barevné systémy

barevná preference

psychologie barev

marketing

THE KEY WORDS

color perception

light

color difference

color systems

color preference

color psychology

marketing

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| 1 ZÁKLADNÍ POJMY | 11 |
| 1.1 Barva, světlo, barevný vjem..... | 11 |
| 2 NUMERICKÝ POPIS BAREV..... | 15 |
| 2.1 Standardizované zdroje světla..... | 15 |
| 2.2 Pozorovaný předmět..... | 16 |
| 2.3 Standardní pozorovatel..... | 17 |
| 3 BAREVNÝ PROSTOR XYZ | 19 |
| 4 BAREVNÉ MODELÝ | 21 |
| 4.1 Munsellův systém..... | 23 |
| 4.2 Barevné modely CIE | 24 |
| 4.2.1 CIELAB | 25 |
| 4.3 OSA - UCS..... | 28 |
| 5 BAREVNÉ ODCHYLKY..... | 35 |
| 5.1 Hodnocení barevných diferencí | 38 |
| 5.2 Rovnice CMC (l:c)..... | 39 |
| 5.3 CIE1994 | 41 |
| 5.4 CIE2000 | 42 |
| 6 BAREVNÉ PREFERENCE | 45 |
| 6.1 Člověk a psychologie barev | 45 |
| 6.2 Barevné asociace | 46 |
| 6.3 Výzkum preferencí barev | 46 |

| | | |
|------------------|--|-----------|
| 6.4 | Dynamika barev | 48 |
| 6.5 | Barvy a marketingová komunikace..... | 48 |
| 6.5.1 | Rozdílné chápání barev | 48 |
| 6.5.2 | Barvy a obory podnikání..... | 49 |
| 6.6 | Kupní chování | 49 |
| 6.6.1 | Sběr informací dotazováním | 50 |
| 7 | EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST | 51 |
| 7.1 | Hodnocení barevných rozdílů | 51 |
| 7.1.1 | Postup měření..... | 51 |
| 7.1.2 | Vizuální hodnocení | 52 |
| 7.1.3 | Panel respondentů | 53 |
| 7.1.4 | Objektivní měření..... | 57 |
| 7.1.5 | Porovnávání rovnic pomocí korelačního koeficientu..... | 57 |
| 7.1.6 | Porovnání rovnic pomocí Pf/3 faktoru | 59 |
| 7.2 | Hodnocení barevných preferencí. | 63 |
| Z Á V Ě R | | 74 |

SEZNAM ZKRATEK

| | |
|--------------------------------|---|
| CIE | Mezinárodní komise pro osvětlování |
| CIELAB | Kolorimetrická soustava CIE $L^*a^*b^*$ |
| CMC | Colour Measurement Committee of SDC |
| ČSN | Česká technická (Československá státní) norma |
| D65 | model denního osvětlení |
| EN | Evropská norma |
| ΔE^* | barevný rozdíl v soustavě CIELAB |
| IR | infračervené záření |
| ISO | Mezinárodní standardizační organizace |
| KTM | Katedra textilních materiálů |
| LCAM | Laboratory Color and Appearance Measurement - Laboratoř měření barevnosti a vzhledu |
| OSA-UCS | barevný systém; The Optical Society of America's Committee on Uniform Color Scales |
| RGB | trichromatický mechanismus |
| UV | ultrafialové záření |
| xyz | tristimulární souřadnice |
| XYZ | tristimulární složky |
| xyY | CIE kolorimetrická soustava Y |

ÚVOD



Hlavními nástroji pro vnímání barvy je spolupráce oka a světla. Světlo se skládá z různých druhů záření a vytváří tak elektromagnetické spektrum. Oko vnímá záření z viditelné části spektra a to nejen jeho intenzitu a vnímanou barvu, ale také vytváří vjem tvaru předmětů. Spolupráce zraku, znalostí a zkušeností zachycuje emoce. Oko je tedy oknem k barevným zážitkům, [1].

Barva předmětu, kterou vnímáme prostřednictvím oka, existuje pouze v našem mozku. Vidění je subjektivní záležitost. Mozek dokáže korigovat rozsáhlé vady oka a vjem retušovat, doplňovat a dokáže se velmi rychle přizpůsobit měnícím se podmínkám jak z hlediska jasu, tak z hlediska barvy. Na druhou stranu oko a mozek mohou podléhat různým optickým klamům. Není problém oku naservírovat obrázky tak, aby pozorovatel vnímal to, co chceme a ne to, co na obrázku opravdu je, [2].

Oko má omezenou schopnost rozlišovat blízké barvy a jasy. Stává se, že různí pozorovatelé vnímají barevnou diferenci dvou vzorků odlišně. Je velmi obtížné dosáhnout zákazníkem požadovaného vybarvení a ani nelze dosáhnout zcela totožného vybarvení požadované hodnoty. Je tedy důležité umět numericky popsat barvu, přiblížit se co nejvíce jednotnému barevnému systému, stanovit tak přípustné barevné difference pomocí pravidel, norem, národních a mezinárodních standardů. Rovnice pro vyjádření barevných diferencí se umí přizpůsobit požadavkům zákazníka a charakteru výrobku tzn. přizpůsobují velikost tolerančních mezí. Navzdory úsilí však numerické výpočty barevných diferencí poskytují ve srovnání s vizuálně vnímanými differencemi nejednotné výsledky [1], [3].

1 ZÁKLADNÍ POJMY

1.1 Barva, světlo, barevný vjem

Barva je vyjádřena mnoha faktory:

Barva je fyzika světla.



Barva je chemie a fyzika barev, světel a materiálů.



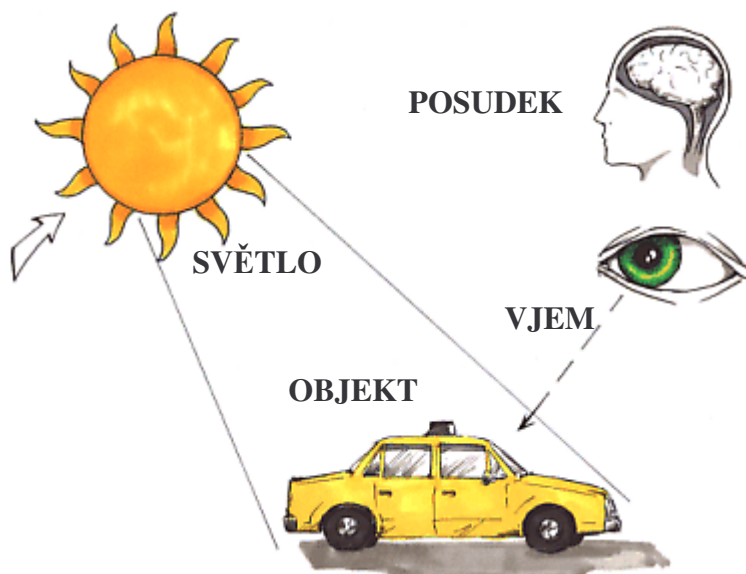
Barva je reakce oka na světlo.



Barva je lidský posudek na barevné reakce zraku.



Každá složka je vytvořena ze složitých souborů faktorů. Dohromady tvoří lidský vjem, který nazýváme *barva*.



Obr. 1: Komponenty a soubory faktorů jež dohromady tvoří barvu vyhodnocovanou v mozku.

Barva je atribut vizuálního vnímání skládající se z jakékoli kombinace chromatické a achromatické části. Všechny barvy můžeme rozdělit na *chromatické* - vnímaná barva mající odstín (žlutá, oranžová, hnědá, růžová, zelená, modrá, fialová, atd.) a *achromatické* - vnímaná barva bez odstínu (bílá, šedá, černá). Barva může být blíže určena jasem, sytostí, světlostí, tmavostí, atd. nebo kombinací těchto pojmů. Barva je lidské vidění. Oko je oknem k barevným zážitkům. Pokud světlo přichází přímo ze světelného zdroje podléhá aditivnímu míšení, odrazu nebo přenosu skrz materiál. Je to jas a rovnováha energie světla, která vytváří barevné podněty.

Barevný vjem. Světlo dopadá na sítnici oka. Sítnice je složena ze světlocitlivých buněk nebo-li fotoreceptorů. Fotoreceptory převádí energii podnětů na nervovou aktivitu. Liší se tvarem a citlivostí. Základní typy fotoreceptorů jsou *tyčinky* a *čípky*. Lidské oko má tři druhy čípků (značených LMS) reagujících na červené, zelené a modré světlo. Tyčinky reagují na světelný jas (bílá, šedá, černá), neposkytují barevný vjem. Oko vnímá velmi citlivě i malé rozdíly v odstínech, vnímá a porovnává především relativní rozdíly, tím dochází jakoby k oddělení jasu od barevného vnímání. Třem čípkům na sítnici odpovídají tři křivky označované R, G, B, které pokrývají viditelné spektrum. V některých místech se překrývají, zde jsou více citlivé. To znamená, že oko vnímá barvu odlišně pro různé oblasti spektra. Všechny barvy viditelného spektra člověk vidí ve stejný čas.

Základní aspekty barevného vjemu:

- trichromatický mechanismus RGB,
- tři atributy sestavující barvu – jas/světlost, odstín a sytost (čistota odstínu nebo nasycení),
- geometrie barvy (zahrnující kružnici odstínu, protější funkce a odpovídající koncentraci),
- efekty kontextu, kontrastu a adaptace,
- principy aditivního a substraktivního míchání barev.

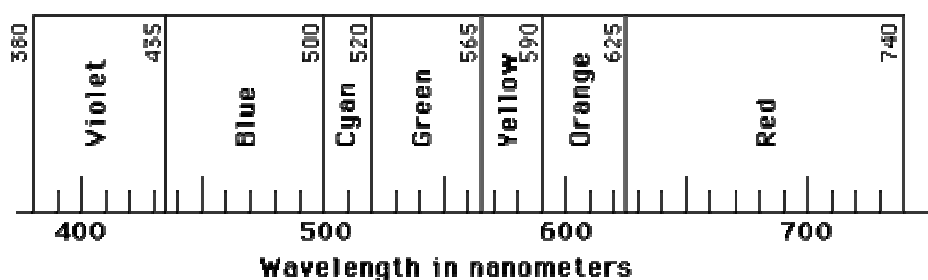
Tyto základní aspekty jsou diskutovány a vyvíjeny ve vztahu k barevným modelům.

Barva je fyzika světla. Světlo je součástí mnoha druhů záření, které dohromady vytváří elektromagnetické spektrum (Obr. 2). Spektrum je stav energie záření. Viditelná část tohoto spektra se rozkládá od UV oblasti (380nm) k IR oblasti (720nm). Je to oblast, kde nastává 99% vjemů barev lidským okem a odpovídá vlnové délce blízké maximu slunečního

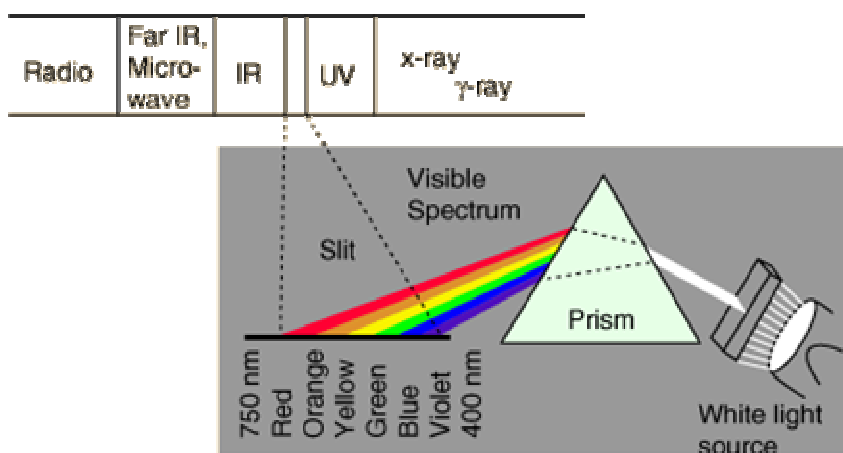
záření. Bílé světlo ze slunce obsahuje kontinuální distribuci vlnových délek, které mohou být odděleny médiem (např. prizmou) na spektrální barvy (Obr. 3), [4].

Světlo může být selektivně rozptýleno a absorbováno objektem v plynech, kapalinách a pevných látkách. Při střetu světla s objektem nabývají elektrony vyšší energetické hodnoty. Energie světla může být absorbována v jednom místě spektra a vysílána do dalšího. Toto vytváří *fluorescentní barvy*, které jsou vnímány opticky leskleji, [5].

Každá vlnová délka viditelného spektra vytváří jeden čistý barevný vjem. Individuální vlnové délky jsou nazývány *monochromatické světlo*. Objekty osvětlené monochromatickým světlem mohou představovat pouze jednu barvu. Např. červená, oranžová, žlutá, zelená, modrá, fialová. *Složené chromatické světlo* (polychromatické) je charakterizováno spektrálním průběhem přes více vlnových délek. Vnímat barvu složenou z více vlnových délek je komplikovanější. Tyto kombinace vlnových délek světla, které mohou produkovat stejnou barvu, jsou znázorněny v *diagramu chromatičnosti* (Obr. 10). Spektrální průběh je reprezentován křivkou s jedním nebo více vrcholy. U achromatických barev je to přímka, [6].



Obr. 2: Elektromagnetické spektrum



Obr. 3: Viditelná část elektromagnetického spektra

Pro rozlišení barvy lidským okem jsou *odstín, jas a sytost* neodmyslitelné vlastnosti.

Zdroj definic k měření barevnosti a vzhledu: [International Lighting Vocabulary CIE 1987].

Odstín - Hue

Atribut vizuálního vnímání na jehož základě se plocha jeví podobná jedné ze základních vnímaných barev: červené, žluté, zelené a modré nebo jako kombinace dvou z nich.

Jas a Světlost - Brightnes and Lightnes

Jas: atribut vizuálního vnímání, podle kterého plocha emituje více či méně světla.

Světlost: je jas plochy posuzovaný relativně podle jasu plochy podobně osvětlené, která se jeví jako bílá nebo vysoce odrážející.

Pouze vázané barvy vykazují světlost. Důležitým rozlišením je, že se jas vztahuje k absolutní hladině vnímání, zatímco světlost je vázána na změny osvětlení a podmínky pozorování.

Čistota (sytost) – Chroma

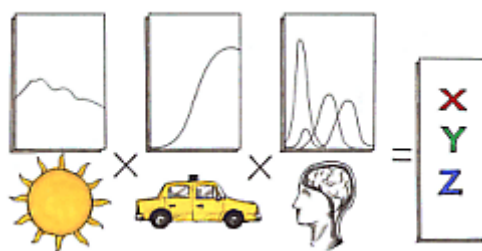
Barevná vydatnost hodnocené plochy relativně vztažená k jasů podobně osvětlené plochy, která se jeví jako bílá nebo vysoce odrážející, [7].

2 NUMERICKÝ POPIS BAREV

Na barevném vjemu se podílejí tři základní faktory, které jsou standardizovány pro objektivní měření barevnosti a to v několika doporučeních. Změnou jednoho z těchto faktorů se změní i celkový barevný vjem. Tyto faktory (Obr. 4) jsou:

- zdroj světla,
- pozorovaný předmět (objekt),
- pozorovatel.

V roce 1931 Mezinárodní komise pro osvětlování - Commission International De l'Eclairage (CIE) na základě mnoha experimentů stanovila model průměru barevných porovnávacích charakteristik lidí majících normální vidění (stanoveno z R, G, B dat odpovídajících citlivosti sítnice pozorovatelů). Data R, G, B, CIE transformovala do soustavy trichromatických složek X, Y, Z a barevného prostoru XYZ (Obr. 4).



Obr. 4: Faktory vjemu transformovány do trichromatických složek X, Y, Z

2.1 Standardizované zdroje světla

Světlo může mít *spojité spektrum* – slunce, žárovka nebo *čárové spektrum* – plyny, páry. Dále se světlo rozděluje podle počtu vlnových délek na: *polychromatické* (o více vlnových délkách), např. sluneční světlo a na *monochromatické* (o jedné vlnové délce), např. laser [8].

Standards světelného zdroje CIE 1931:

- **Typ A** odpovídá žárovkovému osvětlení s teplotou chromatičnosti $T_{CE} = 2856$ K.
- **Typ B** odpovídá přímému slunečnímu svitu s $T_{CE} = 4874$ K.
- **Typ C** odpovídá nepřímému slunečnímu svitu s $T_{CE} = 6774$ K.

Později potom CIE definovala typy:

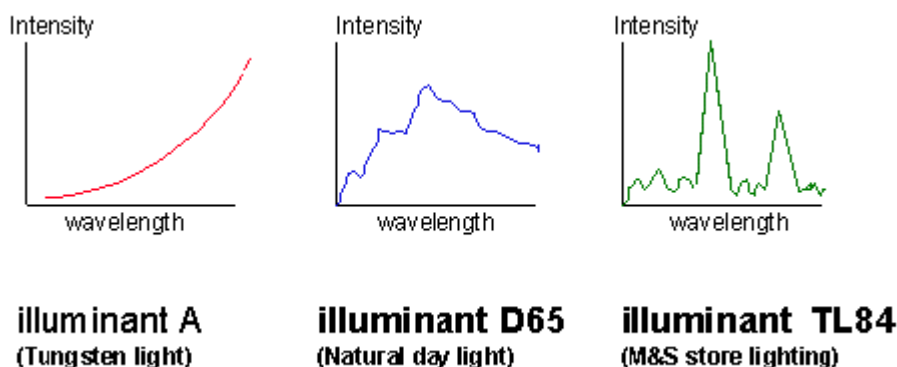
- **Typ D** odpovídající dennímu světlu a to **typ D50** ($T_{CE} = 5004 \text{ K}$) a **D65** ($T_{CE} = 6504 \text{ K}$), které se používají jako standardní osvětlení v předtiskové přípravě,
- **Typ E** odpovídající pouze hypotetickému typu osvětlení,
- **Typ F** zahrnující několik typů zářivek.

Teplota chromatičnosti T_C je definována vzhledem k Planckovu zářiči, tj. absolutně černému tělesu (to při 0 K pohlcuje veškeré dopadající světlo). Teplota chromatičnosti světelného zdroje potom odpovídá teplotě absolutně černého tělesa, při které má zdroj záření shodný průběh záření jako Planckův zářič, [6].

Ekvivalentní teplota chromatičnosti T_{CE} je používána u zdrojů, jejichž spektrální průběh záření se příliš neodchyluje od Planckova zářiče a má plynulý průběh, [9].

Zde je několik typů osvětlení, které se široce používají v textilně-koloristické praxi (Obr. 5):

- A představuje halogenové světlo,
- D65 je světlo xenonové výbojky s odstraněným nadbytkem UV záření,
- TL84 představuje bílou zářivku Philips (M&S obchodní domy).



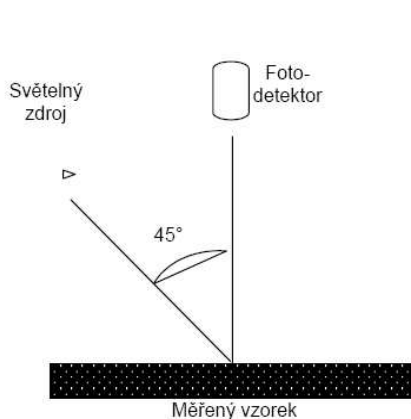
Obr. 5: Standardní osvětlení

2.2 Pozorovaný předmět

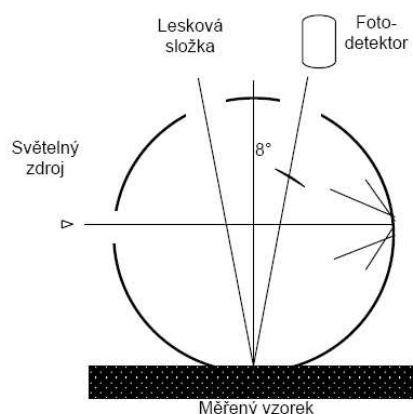
Většina příkladů souvisí s materiály pokrytými pigmenty jako jsou barviva, plasty a tiskařské inkousty. V případě textilních barviv se hodnotí efekty *reflektance* (odrazivosti) barvy na základě teorie substraktivního míšení barev (sčítání absorpčních spekter barviv). Barevný předmět určité barvy spektra světlo pohltí – *absorbuje* (spektrální záznam prezentuje

absorpční křivka) a jiné odrazí – *reflektuje* (spektrální záznam prezentuje remisní křivka), popřípadě propustí (*transmituje*). Oko vnímá toto odražené nebo propuštěné světlo. Důležitou vlastností lidského oka je, že při pozorování vyhodnocuje také směr dopadajících paprsků. Celkový barevný vjem je tedy závislý nejen na neměnných fyzikálních parametrech objektu, na druhu světla a pozorovateli, ale i na směru, ze kterého světlo na pozorovaný objekt dopadá, a na směru, ze kterého člověk předmět pozoruje, [9].

V praxi se pro měření barevnosti používá dvou geometrických uspořádání přístrojů: *mířená a kulová geometrie* (Obr. 6, Obr. 7). Při mířené geometrii se osvětluje zkoumaný vzorek pod úhlem 45° a pozoruje pod úhlem 0° . Geometrie se označuje jako 45/0. Druhý způsob 0/45 je také možný. Tento typ geometrie je vhodný především pro matné povrchy. Kulová geometrie (označuje se d/8 nebo 8/d) má větší univerzálnost měření. Tato geometrie umí do celkového barevného vjemu započítat i leskovou složku povrchu. Pro textilní praxi se nejvíce uplatnilo uspořádání d/8.



Obr. 6: Mířené uspořádání ($45^\circ/0^\circ$) geometrie přístrojů



Obr. 7: Kulové uspořádání (d/8°) geometrie přístrojů

Přístrojům, která dokáží přesně popisovat barvu se říká *spektrofotometry*. Tyto přístroje měří celou remisní křivku vzorku. (Kolorimetr – měří pouze RGB složku barvy u vzorku, nevhodné pro receptování barevných odstínů), [10].

2.3 Standardní pozorovatel

- 2° CIE 1931 standardní pozorovatel
- 10° CIE 1964 standardní pozorovatel

Standardní pozorovatel 2° CIE 1931 odpovídá pozorování, kdy se zapojují do vidění pouze čípky, tzv. foveální vidění, tedy vidění čistě barevné. To je dáno právě prostorovým

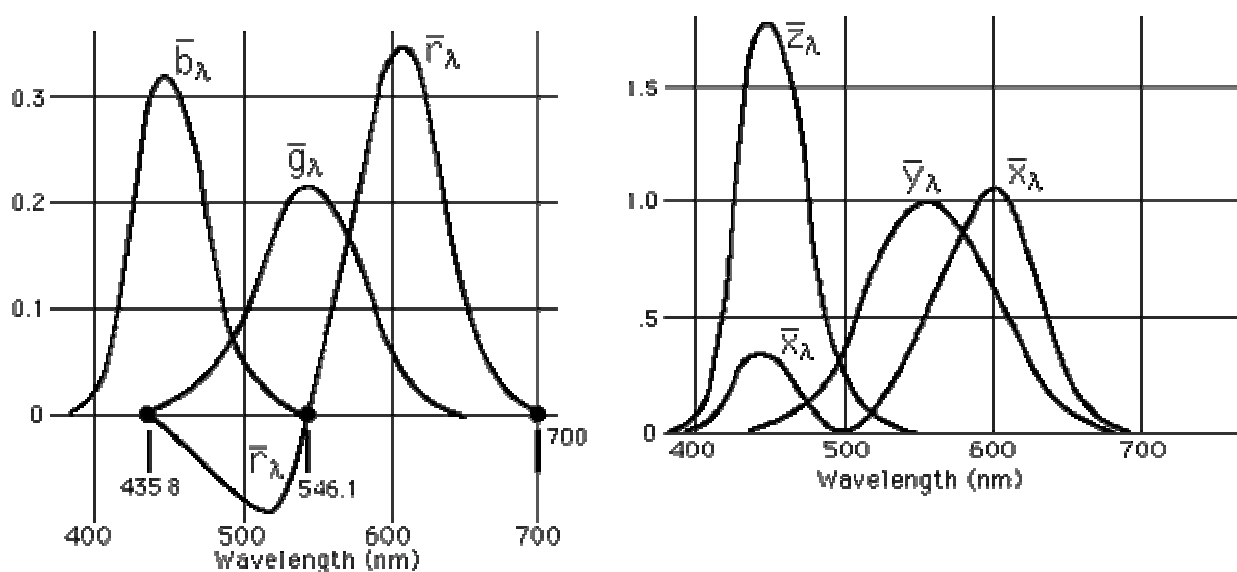
úhlem pozorování cca 2°. V roce 1964 definovala CIE tzv. 10° doplňkového standardního pozorovatele, kde je do vidění zapojena i část tyčinek. Oba standardní pozorovatele se vyjadřují matematickými funkcemi, tzv. *trichromatickými činiteli* $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$, které byly experimentálně zjištěny skládáním tří monochromatických světél: modrého, zeleného a červeného (použita byla světla o vlnové délce 700, 546,1 a 435,8 nm) tak, aby byla vytvořena světla odpovídající svou barvou monochromatickým světlům ostatních vlnových délek. Pro praxi se používá výhradně vyjádření barvy při 10° pozorovateli, protože lépe vystihuje skutečnost lidského oka, [10].

3 BAREVNÝ PROSTOR XYZ

Trichromatický činitelé $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ slouží ke stanovení trojice čísel, tzv. XYZ tristimulárních hodnot, které umožňují navzájem porovnávat barvy různých barevných podnětů.

Světlo vyzařované, odražené či propouštěné pozorovaným objektem má jisté spektrální rozložení energie, které se dá popsat pomocí funkce $f(\lambda)$, kde λ je vlnová délka světla. Funkce $f(\lambda)$ udává, kolik které vlnové délky je v tomto světle obsaženo. Spektrální rozložení energie podnětu není samo o sobě dobrým prostředkem k charakterizaci a měření barev. Mimo jiné, lidské vidění je pouze trojbarevné, a tak se mnoho podnětů se zcela odlišnou spektrální distribucí energie jeví být zcela totožné barvy (*metamerické* podněty). Základní funkcí XYZ tristimulu je odstranění této nejednoznačnosti.

Transformace na CIE funkce je odvozena derivací RGB funkcí a to způsobem převodu negativních hodnot na pozitivní (Obr. 8).



Obr. 8: Převod RGB funkce na CIE funkce

Souřadnice barvy v prostoru XYZ (CIE 1931) jsou definovány takto:

$$X = k \int E(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot x(\lambda) d\lambda \quad (1a)$$

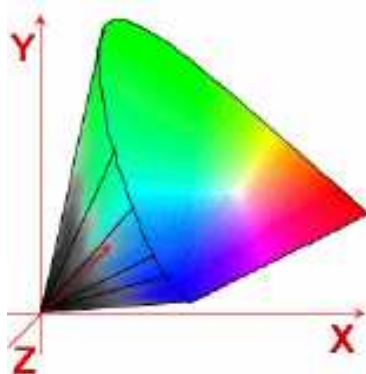
$$Y = k \int E(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot y(\lambda) d\lambda \quad (1b)$$

$$Z = k \int E(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot z(\lambda) d\lambda; \quad (1c)$$

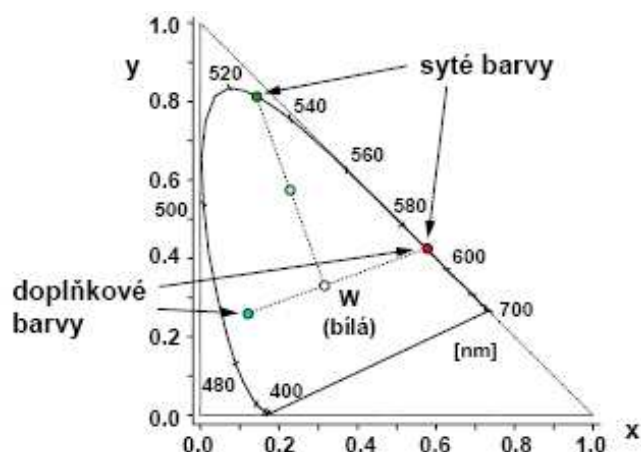
$$k=100 / \int E(\lambda) \cdot y(\lambda) d\lambda;$$

k je tzv. normalizační faktor, který byl určen tak, aby dokonale odrážející povrch (remise je při všech vlnových délkách 100%) měl hodnotu trichromatické složky $Y=100$. Tzn. že složka Y vyjadřuje jas. $E(\lambda)$ je činitel poměrného spektrálního složení světelného zdroje, podle vlnové délky. $R(\lambda)$ je spektrální činitel odrazu, podle vlnové délky. V praxi jsou hodnoty součinů $E(\lambda)x(\lambda)$, $E(\lambda)y(\lambda)$ a $E(\lambda)z(\lambda)$ tabelovány, takže k výpočtu stačí znát remisní křivky, zjištěné spektrofotometricky.

Tento trojrozměrný prostor se velmi často převádí do dvourozměrného tzv. *CIE x,y diagramu* tak, že každá složka se vydělí součtem všech tří složek. Tím získáme trichromatické souřadnice $x=X/(X+Y+Z)$, $y=Y/(X+Y+Z)$, $z=Z/(X+Y+Z)$. Pak platí, že $x+y+z=1$. Dostaneme tak dvourozměrný diagram x,y (Obr. 9, Obr. 10), [10].



Obr. 9: CIE prostor XYZ



Obr. 10: CIE x,y – diagram

4 BAREVNÉ MODELÝ

Metody jak kvantitativně určit barevné vjemové difference jsou velmi důležité k měření barev a to za účelem stanovení patentů pro fotografické barvy, pro národní standardy a pro kontrolu barev v průmyslu textilním i automobilovém.

Barevné modely se používají především pro zjednodušení záznamu barevné informace. Pokud bychom chtěli přesně reprodukovat barvy nějakého objektu, pak bychom museli zaznamenat v každém bodu tohoto objektu spektrální křivku.

Barevný model reprezentuje logické nebo vjemové vztahy mezi barvami světél nebo povrchů. Z novodobého pohledu barevný model musí vyhovovat následujícím požadavkům:

- a) *specifikace barvy*, která analyzuje každou barvu světla nebo povrchu do směsi základních atribut (jako jsou základní barvy, tristimulární hodnoty nebo jednotné odstíny),
- b) *geometrická soustava*, která umísťuje všechny možné barvy do vzájemného vztahu k základním atributům,
- c) *jednotný barevný identifikátor* nebo barevný záznam (nyní obvykle číselná hodnota tří atribut vytvářejících barvu – jas/světlost, odstín a čistota odstínu) pro každou možnou barvu,
- d) *definice fyzických vzorků*, specifické směsi světél nebo pigmentů, které tvoří měřený barevný vjem při zobrazení na standardním pozadí a pod standardními světelnými podmínkami.

Soubor základních barev, pravidla jejich míchání a měněné barevné charakteristiky jsou definovány právě pomocí barevných modelů. Tvorbou barevných modelů (uspořádáním barev) se v minulosti zabývala řada osobností vědy - Aristotelés, Isaac Newton, Johann Heinrich Lambert, Johann Wolfgang Goethe, James Clerk Maxwell a další, [11].

Existují dva druhy novodobých barevných modelů:

- systém pořadí barev
- barevný model vzhledu

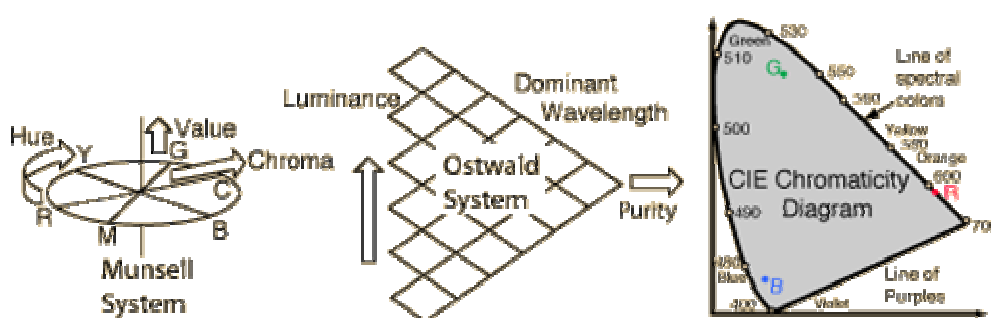
Systém pořadí barev je založen na geometrické nebo očíslované soustavě, která poskytuje barevný záznam. Základní atributy jsou použity ke specifikaci čistoty pigmentů nebo ideálních barev; vzorky jsou vyráběny jako pigmentové předpisy ve specifickém médiu.

Tyto systémy jsou běžné ve výrobních aplikacích založených na vizuálním barevném porovnávání pod stanovenými standardními podmínkami.

Barevný model vzhledu je založen na geometrické soustavě jejíž velikosti mohou být přizpůsobeny k určení barevných změn tvořených různými typy osvětlení a kontrasty pozadí. Barevná specifikace je založena na barevných porovnávacích funkcích měřených spektrofotometrem. Toto měření zaznamenává a identifikuje porovnávané fyzické vzorky, [12].

Barevný model charakterizují tři základní parametry: odstín, sytost (čistota), jas (světlost). Definice parametrů viz. kapitola 1.1, str. 14. Barevný prostor může být popsán různými souřadnicovými systémy např.:

- Munsellův systém
- Ostwaldův systém
- CIE systém



Obr. 11: Základní barevné souřadnicové systémy

Každý tento systém popisuje prostor jiným způsobem. *Munsell* – využívá odstín, sytost a světlost. *Ostwald* – využívá dominantní vlnové délky (dominant wavelength), čistotu barev (purity) a osvětlení (luminance). *CIE* – využívá parametru Y k měření jasu (brightness) a parametrů x a y k určení sytosti (chroma), které vyznačují vlastnosti odstínu, nasycení a specifikují bod ve dvourozměrném diagramu chromatičnosti (Obr. 10).

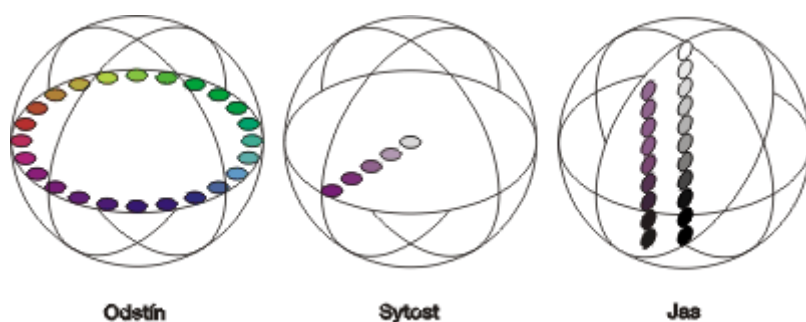
Při porovnání Munsellova a Ostwaldova systému je Munsell systém nejjednodušší. Problémem u obou těchto systémů je, že jsou založeny na subjektivním porovnávání. Např. vzorky, které jsou určeny jako standard mohou vyblednout a degradovat systém, [5].

4.1 Munsellův systém

Jeden z nejznámějších a nejstarších barevných systémů vytvořil v roce 1905 američan profesor Albert Henry Munsell.

Tento systém upřednostňuje lidské vnímání barev a je založený na třech základních parametrech a hovoří se tak o třírozměrném barevném prostoru (Obr. 12):

1. *Odstín* - Munsell vytvořil kruhovou stupnici barevných tónů, která obsahuje pět základních barev (červená, žlutá, zelená, modrá a purpurová), mezi než je vloženo pět kombinací těchto barev (žluto-červená, zeleno-žlutá, modro-zelená, purpurovo-modrá, červeno-purpurová) - kruh obsahuje deset barevných sektorů, které jsou v základním provedení Munsellovy barevné notace rozděleny celkově na sto dílů.
2. *Sytost (chroma)* - popisuje vlastnosti barvy ve smyslu přechodu od neutrální šedé k čistému odstínu při stálé hodnotě jasu. Nulová hodnota sytosti označuje vždy šedou barvu (její odstín záleží na úrovni jasu).
3. *Jas* - pro každou základní barvu je jas definován jako přechod mezi černou, danou barvou a bílou. Pokud je jas roven 0, pak jde o černou barvu (bez ohledu na barevný odstín) a pokud se jas rovná 10, pak jde o barvu bílou (opět bez ohledu na barevný tón). V praxi se používají hodnoty od 1 do 9.



Obr. 12: Zobrazení Munsellových atribut

Vlastní Munsellova barevná notace se zapisuje ve tvaru H V/C (barevný tón jas/sytost, například R 5/5) pro chromatické barvy a pro neutrální barvy N V/ (např. N 5/ je označení pro 50% šedou).

V roce 1993 byla zavedena modifikace Munsellova kruhu, která akceptuje masové používání modelů RGB a CMY (cyan, magenta, yellow) - proto obsahuje všech šest primárních barev těchto dvou modelů. Nová varianta kruhu se nazývá Munsell primary hue

circle. V novém barevném kruhu je pět základních změn: modro-zelená se mění na azurovou (Cyan), modrá na modro-azurovou (BC), purporovo-modrá na Blue Prime (Blue), purpurová na fialově-červenou (magenta-red, MB) a purpurově-červená na fialovou (M).

Munsellova barevná notace se uplatňuje především v průmyslu, ale také ve farmacii nebo psychologii, [11].

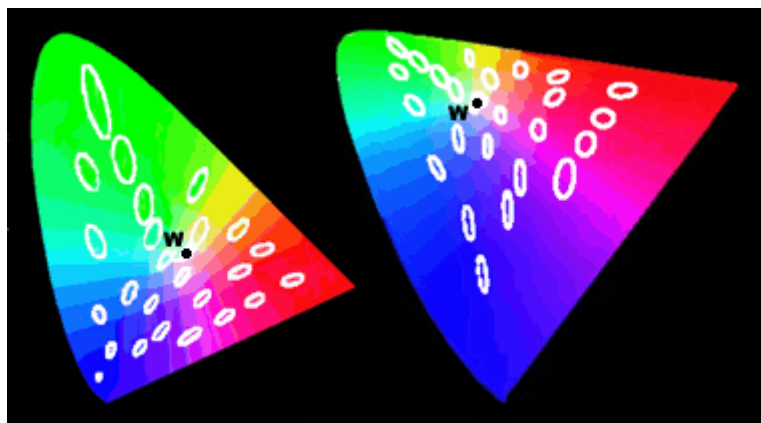
Munsellův systém je dobře vizuálně odstupňován v rovnoměrných intervalech - to znamená, že barevná odchylka mezi dvěma vedle sebe umístěnými vzorky např. v žluté oblasti je vnímána stejně jako v např. v modré nebo červené oblasti. Tato skutečnost pochopitelně vedla ke snaze využít vlastností Munsellova atlasu pro transformaci vizuálně nerovnoměrného systému CIE XYZ do nějakého nového vizuálně rovnoměrného souřadnicového systému obecně označovaného jako $i j k$, který by se svými vlastnostmi blížil Munsellovu systému.

Pro převod CIE XYZ do Munsellovy symboliky neexistují kromě regresních vztahů mezi trichromatickou složkou Y a Munsellovou hodnotou V (Value-jas) obecné analytické vztahy. V ostatních případech se proto formálně využívá vztahu mezi Y a V, který je možno popsat vhodným polynomem, nejčastěji pátého stupně, [13].

4.2 Barevné modely CIE

Barevné prostory definované CIE jsou nazvány nezávislými na zařízení, neboť označení jednotlivých barevných odstínů nezávisí na subjektivních vlastnostech pozorovatele - proto byl vytvořen tzv. standardní pozorovatel (spíše standardní podmínky pozorování barev).

Základem barevných modelů CIE jsou *chromatické diagramy*. Prvním chromatickým diagramem definovaným CIE byl model vzniklý v roce 1931 - CIE 1931 (x,y), nebo-li CIE Yxy. Hodnota Y popisuje jas a zbylé dvě hodnoty jsou matematickými popisy barvy. Tento diagram byl v roce 1976 nahrazen diagramem CIE 1976 UCS (u'v'), nebo-li CIE Yu'v'. Svou definicí odstraňuje nerovnoměrnosti diagramu Yxy a ještě lépe odpovídá modelu CIELAB, [11].



Obr. 13: Rozlišení odstínu a nasycení. Vlevo – MacAdamovy elipsy úměrné odstínovému a sytostnímu rozlišení v CIE 1931 diagramu chromatičnosti. Napravo – stejné elipsy v CIE UCS (1976) systému. Elipsy mají 10x větší rozměr než ve skutečnosti a to pro lepší porovnávání.

Jednou z hlavních nevýhod CIE diagramu je, že stejně vnímaná odchylka je pro různé dvojice odstínů vyjádřena geometricky rozdílnými vzdálenostmi – vizuálně geometrická nestejnoměrnost, [6]. Vzdálenost barev v diagramu pokaždé neodpovídá rozdílu v jejich působení na pozorovatele.

Mezi modely definované CIE patří:

- CIE1964 $U^*V^*W^*$,
- CIELAB (CIE $L^*a^*b^*$),
- CIE $L^*C^*h^*$,
- CIELUV (CIE $L^*u^*v^*$).

Oba hlavní barevné modely CIE $L^*a^*b^*$ a CIE $L^*u^*v^*$ byly definovány v roce 1976. CIELAB je primárně určen pro použití v oboru barevných povrchů a CIELUV pro použití v oboru barevných světél.

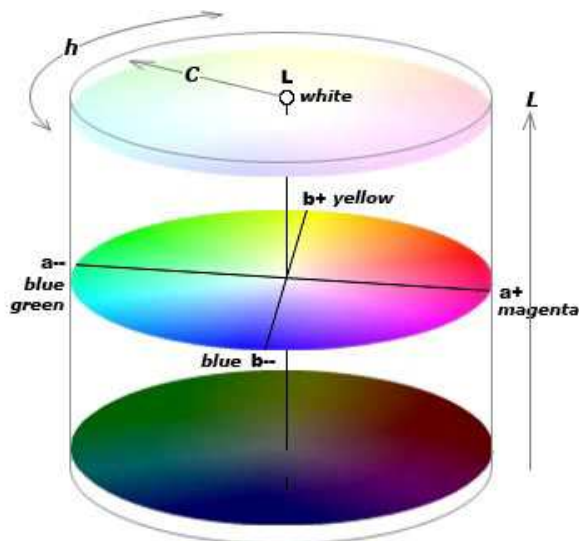
4.2.1 CIELAB

CIELAB je také označován jako CIE 1976 nebo CIE $L^*a^*b^*$. CIELAB je založen na E.Q. Adamsovi teorii oponentního vnímání barev a rovnici ANLAB pro měření barevných rozdílů, kterou navrhla D. Nickersonová. CIELAB usiluje o transformaci XYZ tristimulárních složek, tak aby byla získána vhodná metoda pro výpočet velikosti barevné difference ΔE^* , [10].

Hodnota L^* představuje jas, hodnota a^* polohu barvy mezi zelenou (záporná část osy) a červenou barvou (kladná část osy) a hodnota b^* polohu barvy na ose modrá-žlutá (modrá

leží na záporné části osy, žlutá na kladné části osy). Ve středu kruhového diagramu se nachází odstíny šedé barvy (Obr. 14).

V koloristické praxi se častěji používá cylindrický systém CIELCH, který více odpovídá Munsellovskému vyjadřování barev (Obr. 14). L^* značí měrná světlost, C^* měrnou čistotu a h° měrný odstín, [14].



Obr. 14: Geometrie CIE 1976 pravoúhlého systému CIELAB a cylindrického systému CIELCH

CIELAB formula zahrnuje čtyři transformační kroky:

První krok:

CIELAB používá poměry osvětlení mezi trichromatickými hodnotami normalizovaného světla X_w , Y_w , Z_w a trichromatickými hodnotami vzorku X_c , Y_c , Z_c . Tyto poměry jsou standardy horní limity osvětlení reprezentované dokonale bílým povrchem ($Y_w = 100$). Konkrétní hodnoty X_w , Y_w , Z_w pro zdroje D65, A a TL84 pro 10° pozorovatele jsou tabelovány.

Druhý krok:

CIELAB aplikuje exponenciální transformaci do všech tří adaptovaných poměrů. Tato transformace vjemových sytostních a světlostních diferencí je mezi tmavými barvami a koncentruje sytost žluté relativně k modré .

$$L = (Y_c/Y_w)^{1/3} \quad (2a)$$

$$a = (X_c/X_w)^{1/3} \quad (2b)$$

$$b = (Y_c/Y_w)^{1/3} \quad (2c)$$

Třetí krok:

Oddělení složky sytosti z informace pomocí odečtení jedné hodnoty od další:

$$L^* = (Y_c/Y_w)^{1/3} \quad (3a)$$

$$a^* = (X_c/X_w)^{1/3} - (Y_c/Y_w)^{1/3} \quad (3b)$$

$$b^* = (Y_c/Y_w)^{1/3} - (Z_c/Z_w)^{1/3} \quad (3c)$$

X_w , Y_w , Z_w hodnoty jsou již standardizovány na bílý bod, také centra hodnot a a b v nule pro povrchovou barvu odpovídají přesně sytosti osvětlení. Např. bledý žlutý povrch pod bledým žlutým světlem se bude jevit jako čistá bílá.

Čtvrtý krok:

Na závěr jsou L^* , a^* , b^* velikosti rozšířeny faktory diferencí tak, aby jednotná škálová hodnota v každé kombinaci CIELAB odpovídala přibližně stejné velikosti a jenom zaznamenávala vjemové difference. Pokud křivka Y-Z (velikost b) má větší amplitudu, pak křivka X-Y (velikost a) je násobena menší hodnotou. Spád a oddělení funkce L^* je přizpůsobeno pro srovnání CIELAB jednotek s Munsellovými hodnotami:

Základní transformační rovnice tohoto systému pro *pravoúhlé souřadnice* jsou dány vztahy:

$$L^* = 116(Y_c / Y_w)^{1/3} - 16 \quad (4)$$

$$a^* = 500[(X_c / X_w)^{1/3} - (Y_c / Y_w)^{1/3}] \quad (5)$$

$$b^* = 200[(Y_c / Y_w)^{1/3} - (Z_c / Z_w)^{1/3}] \quad (6)$$

Tyto rovnice jsou alternativní formou, nejsou v nich zahrnuty tmavé barvy, pro které žádný poměr nastavení není menší než 0.009. CIELAB vynáší spolehlivě korelaci sytosti jako euklidovskou vzdálenost mezi sytostí barvy a achromatickým bodem.

Pro *cylindrické souřadnice* platí vztahy:

$$L^* = 116*(Y_c / Y_w)^{1/3} - 16 \quad (7)$$

$$C^* = [a^{*2} + b^{*2}]^{1/2} \quad (8)$$

... a číselnou definici odstínu jako úhel:

$$h^* = \arctan[b^*/a^*] \quad (9)$$

... a vlastní barevnou diferenci ΔE^* získanou jako euklidovskou vzdálenost mezi L^* , a^* a b^* hodnotou dvou podobných barev (barvy, které jsou odděleny ΔE^* hodnotou okolo 10 nebo menší hodnotou:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (10)$$

$$\Delta H^* = \sqrt{(\Delta E^*)^2 - (\Delta C^*)^2 - (\Delta L^*)^2} \quad (11)$$

kde ΔC^* je odchylka v měrné čistotě (syty), ΔH^* je odstínová odchylka.

L^* , a^* , b^* - pravoúhlé souřadnice CIELAB

L^* , C^* , h - cylindrické souřadnice CIELCH

Pravidlo: 10 jednotek CIELAB světlosti se přibližně rovná jednotce 1 Munsellovy hodnoty a 10 jednotek CIELAB syty jsou přibližně dvě jednotky Munsellovy syty. Průměrné ΔE^* pro první syty krok v Munsellových barvách je přes všechny odstíny a jasy okolo 5.8. Barevné difference rovné nebo menší než 1 nejsou obecně viditelné, [14].

Z těchto vztahů je patrné, že rovnice CIELAB vyřešila problém malých hodnot trichromatických složek XYZ změnou třetí mocninné transformace na lineární, čímž odstranila výskyt záporných hodnot měrné světlosti. Při formě modelu byla využita vizuální stejnoměrnost Munsellova alasu barev, především jako světlostí stupnice V (value). Vztah mezi trichromatickou složkou Y a hodnotou V není lineární a pro převod neexistují kromě regresních vztahů obecné analytické vztahy.

Model CIELAB přinesl značné zlepšení korelací mezi vizuálním posudkem a objektivním hodnocením barevného vzhledu. Model může být použit všude, kde je možno zajistit standardní podmínky pozorování, [15].

4.3 OSA - UCS

Zde je diskutován další výzkum jednotného barevného systému pro určení potřebných patentů a národních (mezinárodních) standardů. Tento výzkum vedli D. Judd a D. MacAdam. Konečné barevné souřadnice soustavy OSA-UCS (L , j , g), barevné škály, doporučení pro jejich využití a závěry týkající se barevného prostoru byly publikovány v 70tých letech jako OSA-UCS model, [14].

OSA-UCS je barevný systém vyvinut Americkou komisí pro jednotné barevné škálování - The Optical Society of America's Committee on Uniform Color Scales. Tato komise vznikla r. 1947.

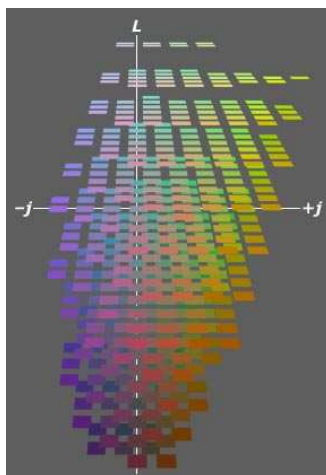
OSA UCS existuje jako kniha hmotných vzorků dohodnutých podle pravidelného rhombohedrálního uspořádání (barva s 12ti nejbližšími sousedními barvami). Prostor je definován tabulkou $L\ j\ g$ hodnot a odpovídajícími $X_{10}\ Y_{10}\ Z_{10}$ hodnotami, kde index 10 značí 10° pozorovatele. Tento atlas barev je určitou protiváhou Munsellovu atlasu barev. Proto také OSA-UCS není určen pro výpočty malých barevných diferencí. Atlas barev vydaný v r. 1976 obsahuje 558 vzorků.

Barevné škály OSA-UCS jsou charakterizovány následovně:

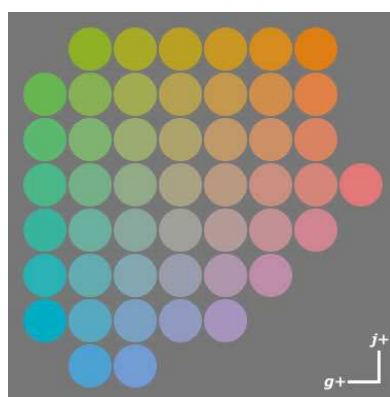
- jednotnost systému je garantována pro střední nebo velké barevné difference,
- založeno na 10° CIE 1964 standardním pozorovateli (pro praktické použití),
- přizpůsobuje se dvěma jevům barevného vnímání: efektu zostření obrysů a Helmholtz-Kohlrausch efektu.

Díky těmto charakteristikám je často systém UCS používán v oboru kategorizování barev a pro vývoj dalších barevných modelů. Hodnoty L, j, g specifikující barvu v OSA-UCS systému a jsou odvozeny z tristimulárních hodnot (X_{10}, Y_{10}, Z_{10}) podle rovnic definovaných MacAdamem. Avšak převod z OSA-UCS do XYZ není přímý kvůli složitosti rovnic. Alternativní algoritmus pro OSA-XYZ převod byl dosažen pomocí vyhledání tabulky s interpolací. Efektivní přímá přeměna algoritmu z OSA do XYZ byla představena a ověřena, [16].

Světlostní osa je značena L má rozsah od -9 do 5 a je centrována okolo střední šedé. Žlutomodrá osa j a červenozelená g osa mají rozsah cca od -15 do 15. Osa g je obrácená relativně k dalším barevným prostorům. Střední hodnota šedé, která je kotvou systému má hodnotu 0 ve všech dimenzích, barvy s negativními hodnotami jsou tmavší, modřejší nebo červenější.



Obr. 15: OSA-UCS barevné těleso s obrácenou orientací g osy



Obr. 16: OSA-UCS konstantní rovina světlosti

Návrh přeměny algoritmu L, j, g systému na X_{10}, Y_{10}, Z_{10} je popsán takto:

1. Světlost je definována jednoznačně rostoucí funkcí modifikované světelné odrazivosti Y_0 . Výpočet Y_0 je založen na nelineární regresní analýze.
2. Výpočet C modifikačního faktoru sytosti z Y_0 . Poté výpočet $a = g/C$ a $b = j/C$.
3. Obě hodnoty a a b jsou reprezentovány lineárními kombinacemi $R^{1/3}$, $G^{1/3}$ a $B^{1/3}$, kde každá z hodnot RGB je lineární kombinací X_{10} , Y_{10} , Z_{10} . Y_0 je výsledek Y_{10} a Helmholtz-Kohlrausch faktoru, je to kvadratická funkce sytostních souřadnic x_{10} a y_{10} . Y_0 může být zastoupena funkcí jedné proměnné τ , která je definována jako lineární kombinace $R^{1/3}$, $G^{1/3}$, $B^{1/3}$. Tuto funkci τ je možné řešit rovnicí k nalezení jednotného řešení pomocí numerické metody.
4. Z τ obdržíme RGB pomocí $R^{1/3}$, $G^{1/3}$, $B^{1/3}$ a nakonec CIE tristimulární hodnoty X_{10} , Y_{10} a Z_{10} , které jsou získány z lineární transformace R, G a B , [16].

Formule OSA-UCS:

- g - chromatická osa označující podíl zeleného tónu na ose červená-zelená
 j - chromatická osa označující podíl žlutého tónu na ose žlutá-modrá
 τ - měrná světlost, která se v rámci tohoto prostoru počítá pomocí troj-
odmocninové transformace jasové trichromatické složky Y :

$$\tau = 5,9 \left[Y_0^{1/3} - \frac{2}{3} + 0,042(Y_0 - 30)^{1/3} \right] \quad \text{pro } Y < 30$$

$$\tau = 5,9 \left[Y_0^{1/3} - \frac{2}{3} - 0,042(Y_0 - 30)^{1/3} \right] \quad \text{pro } Y > 30$$

kde $Y_0 = Y(4,4934x^2 + 4,3034y^2 - 4,2760xy - 1,3744x - 2,5643y + 1,8103)$

$$L = (\tau - 14,4)/2^{1/2}$$

$$\Delta E_{Lg j} = \sqrt{f \left[2(\Delta L)^2 + (\Delta g)^2 + (\Delta j)^2 \right]} \quad (12)$$

kde $g = C(-13,7R^{1/3} + 17,7G^{1/3} - 4B^{1/3})$

$$j = C(1,7R^{1/3} + 8G^{1/3} - 9,7B^{1/3})$$

$$C = \tau / (5,9Y_0^{1/3} - 2/3) = 1 + 0,042(Y_0 - 30)^{1/3} / (Y_0^{1/3} - 2/3)$$

$$R = 0,799X + 0,4194Y - 0,1648Z$$

$$G = -0,4493X + 1,3265Y + 0,0927Z$$

$$B = -0,1149X + 0,3394Y - 0,717Z$$

Rozsah škálování:

- *L a úhel* - L je vzorkované v devíti úrovních odpovídajících deseti krokům L^* hodnot od deseti do devadesáti. Úhel je znázorňován na každém 30. stupni (Obr. 17).

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{g}{j} \right) \quad (13)$$

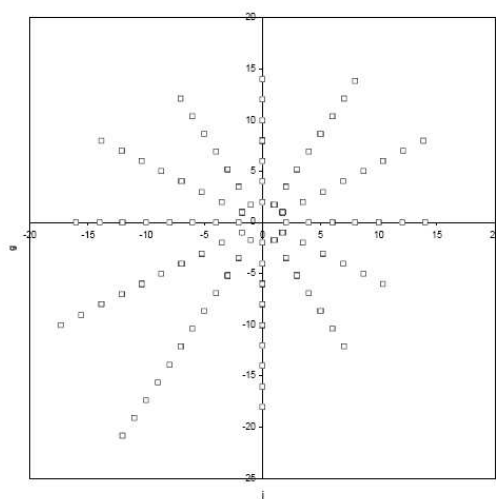
- *Vzdálenost k achromatické ose* - vytvořením sérií ko-centrických kružnic s nepravidelnými limitami, závislými dosti na hranicích Munsellových barev. Např. Obr. 18 ukazuje vzorkování v CIELAB pro rovinu $L^* \approx 60$ a limit je zde znázorněn jako tečkovaná čára.

$$\rho = (j^2 + g^2)^{0.5} \quad (14)$$

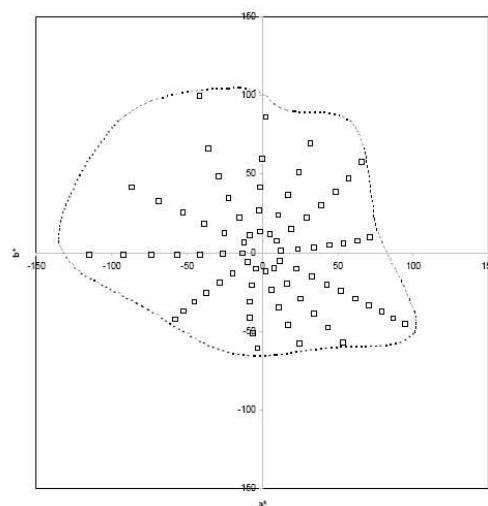
ρ - odpovídá sytosti nebo vzdálenosti od chromatické osy a nebo $j = 0, g = 0$

ϕ - odpovídá odstínu nebo úhlovému umístění úměrnému k osám, [17].

Toto škálování našlo uplatnění spíše v Munsellově systému.



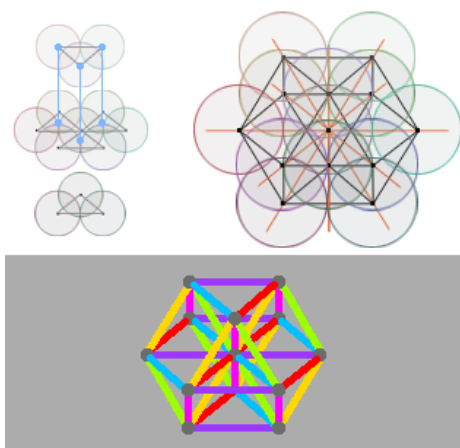
Obr. 17: Diagram radiálních dat OSA-UCS v UCS Ljg prostoru



Obr. 18: Diagram OSA UCS dat pro $L = -0,48$ nebo zhruba $L^* = 60$ v CIELAB barevném prostoru s přibližnou odpovídající hodnotou Munsellově hodnotě 6 skutečných barevných hranic, je uveden jako tečkovaná čára.

Byla zkoumána přesnost a rychlost výpočtu algoritmu. Za účelem kontroly shody algoritmu byly nejdříve převedeny data OSA-UCS 558 vzorků do XYZ a pak znovu převedeny zpět. Porovnáním původních OSA hodnot se znovu převedenými hodnotami bylo zjištěno, že chyby jsou velmi malé a potvrzují přesnost algoritmu. Výpočet je rychlý a snadný [16], [18].

Prostor a základ barevné geometrie OCA UCS systému je stejný jako u uhlíkového krystalu.



Obr. 19: Rhombohedralová struktura OSA-UCS

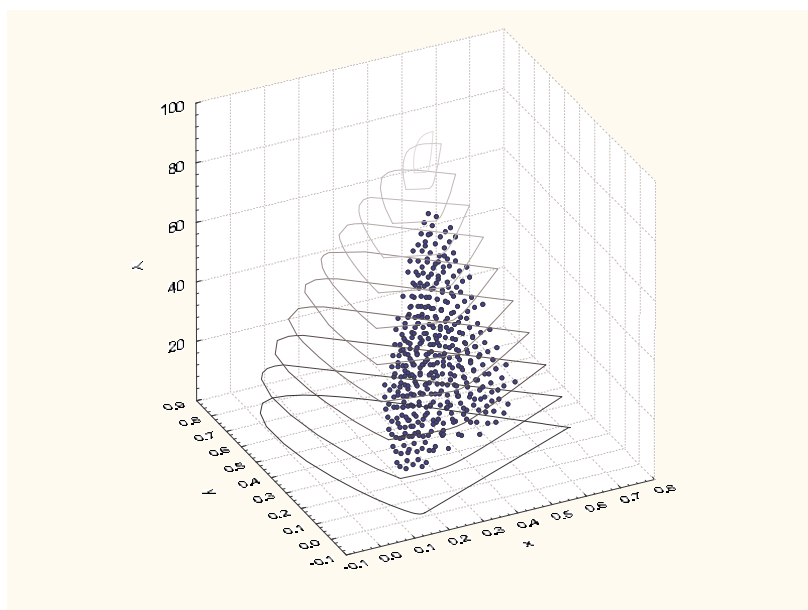
Obr. 19: nalevo – trojúhelník o třech sférách uložený do šestihranu o sedmi sférách se třemi dalšími sférami vloženými zespod. Napravo – krychlový osmistěn se stejně dlouhými stranami označenými černými čarami, propojenými se šesti škálami protínajícími se v centrální barvě. Dole – šest souborů paralelních škál uzavřených barvou (stejně vzdálenosti 12ti barev od centra), [14].

OSA - UCS znázorňuje projekce rhombohedrální mřížky do barevného prostoru tak, že rozštěpená rovina čtverečného složení definuje odstínové/sytostní roviny v konstantní světlosti; každý čtverec definuje měřený interval dvou jednotek. Tyto roviny jsou uspořádány stupňovitě nebo posunuty v poměru ke každé další, tak že souřadnice sytosti jsou sudé nebo liché hodnoty očíslovány střídavě na úrovních světlosti. Velikost světlosti je kolmá k těmto rovinám.

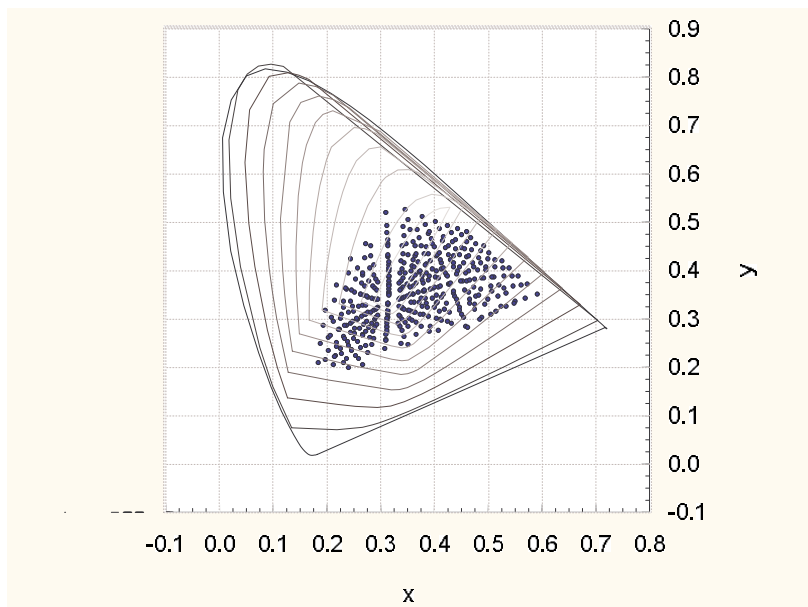
Mřížka přirozeně navrhuje dva typy měřících standardů k porovnávání diferencí:

- interval mezi dvěma sousedními barevnými vzorky,
- nejmenší intervaly nebo kroky mezi barvami musí být vjemově rovnoměrné ve všech směrech barevného prostoru.

Vjemová chyba nebo neurčitost v identifikaci specifické barvy přibližně formuje sféru a sféry okolo všech barev budou mít stejnou velikost – ne elipsy různých velikostí a tvarů, které se objevují v CIE diagramu chromatičnosti [14], [19].



Obr. 20: Grafické znázornění dat OSA-UCS a CIE Yxy s Roesh-MacAdamovými limity



Obr. 21: Grafické znázornění dat OSA-UCS v CIE xy kolorimetrickém trojúhelníku Roesh-MacAdamovými limity

Vyjádření a umění popsat barevnou odchylku matematicky z barevného prostoru, který se dobře blíží idealizaci barevné odchylky mezi dvěma vzorky je z praktického hlediska nesmírně důležité. Právě z prostoru CIE L*a*b* 1976 se nejčastěji používají dvě možnosti vyjádření barevné odchylky CIE L*a*b* (viz. Obr. 22, Obr. 23):

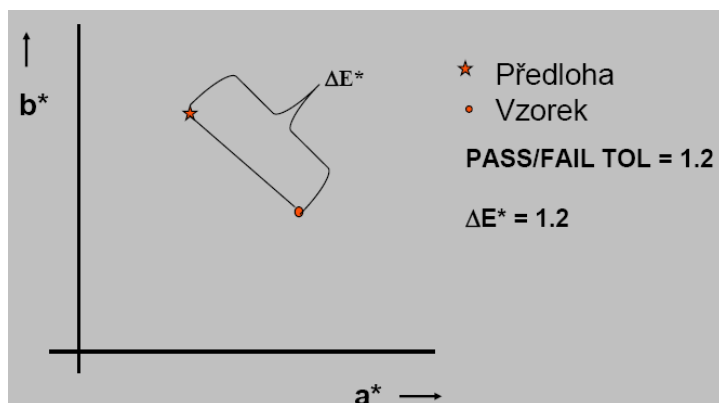
1. *odchylka ΔE^** (Obr. 22), vyjádřená vztahem:

$$\Delta E^* = \sqrt{[(L^*_{standard} - L^*_{vzorek})^2 + (a^*_{standard} - a^*_{vzorek})^2 + (b^*_{standard} - b^*_{vzorek})^2]} \quad (15)$$

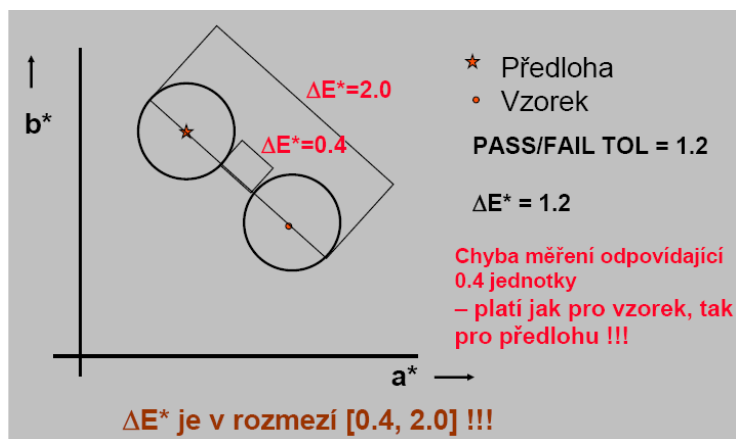
určuje nejkratší vzdálenost mezi souřadnicemi standardu a vzorku v uvedeném barevném prostoru. Konkrétní hodnota odchylky vymezuje v tomto prostoru toleranční kouli. Uvnitř této koule jsou všechny vzorky s přijatelnou odchylkou od standardu a vně všechny vzorky nepřijatelné - Pass/Fall (Obr. 23),

2. *odchylka ΔE_{cmc}* , která nahrazuje toleranční kouli (odchylka ΔE^*) tolerančním elipsoidem, od roku 1995 platí jako norma ISO 105-J03. Takto vyjádřená barevná odchylka (ΔE_{cmc}) lépe odpovídá vizuálnímu hodnocení.

Zajímá-li nás, jakým způsobem je vzorek shodný se standardem, pak pomocí zadání maximální přípustné hodnoty barevné odchylky ΔE^* nebo ΔE_{cmc} můžeme snadno rozhodovat, je-li pro nás vzorek ještě přijatelný či nikoliv. V barevném prostoru L*a*b* je pak maximální přípustnou hodnotou ΔE^* vymezena toleranční koule (u ΔE_{cmc} toleranční elipsoid), v jejímž středu jsou hodnoty L*a*b* standardu, [10].



Obr. 22: Znáznornění ΔE^* v L*a*b* prostoru



Obr. 23: Stanovení rozmezí ΔE^*

| ΔE^* | rozdíl | ΔE^* | rozdíl |
|----------------|----------------------|--------------|----------------|
| 0,0 – 0,2 | nepostřehnutelný | | |
| 0,2 – 0,5 | velmi slabý | 0,2 – 1,0 | postřehnutelný |
| 0,5 – 1,5 | slabý | 1,0 – 2,0 | rozeznatelný |
| 1,5 – 3,0 | jasně postřehnutelný | 2,0 – 4,0 | ještě nerušící |
| 3,0 – 6,0 | střední | 4,0 – 8,0 | mírně rušící |
| 6,0 – 12,0 | výrazný | | |
| 12,0 – 16,0 | velmi výrazný | | |
| větší než 16,0 | rušící | | |

Tabulka 1: Stupnice udávající stupeň neshody dvou barev.

Samostatně lze hodnotit i odchylky jednotlivých složek ΔE^* :

- $\Delta E^* > 0$ vzorek je světlejší (a naopak),
- $\Delta a^* > 0$ vzorek je červenější (a naopak zelenější),
- $\Delta b^* > 0$ vzorek je žlutější (a naopak modřejší),
- $\Delta C^* > 0$ vzorek je sytější – více chromatický, [25].

Praktické využití barevné difference: pro hodnocení shody předlohy a vybarvení (posudky PASS/FAIL), pro stanovení equality vybarvení, pro hodnocení stálosti vybarvení (hodnocení stupně zapuštění, hodnocení změny odstínu).

Protože nelze dosáhnout přesného vybarvení shodného s předepsanou hodnotou, je zde povolena odchylka, tzv. *tolerance*. Metoda se nazývá Pass/Fall (přijatelné/nepřijatelné). Toleranční meze jsou různé podle účelu textilie, nároků odběratele, možnosti daných materiálem, technologickým zařízením apod.

5.1 Hodnocení barevných diferencí

VIZUÁLNÍ HODNOCENÍ

Vizuální hodnocení barevnosti mezi dvěma barvami je ovlivněno řadou faktorů. Je to závislost barevného vjemu na psychickém i fyzickém stavu pozorovatele, vliv osvětlení, pozadí, nestálost barevných standardů a stupnic. Dále pozorovatelův posudek ovlivňuje velikost vzorku, textura, prostorová distribuce podnětu. V podstatě není možnost zajistit dlouhodobé optimálně standardní podmínky pozorování, [20].

Ani vyškolený člověk – pozorovatel není úplně spolehlivý ve svém posudku barevných diferencí. Z tohoto důvodu se často v průmyslu používají pomocné referenční vzorky z již dříve akceptovaných výrobních partií, které slouží jako pomůcka pro dodržení odstínových tolerancí, [13].

OBJEKTIVNÍ HODNOCENÍ

K objektivnímu popisu barvy, která je psychofyzikální veličinou, je zapotřebí definovat: vlastnost normálního průměrného oka, specifikovat standardní podmínky osvětlování a pozorování, sjednotit a charakterizovat vlastnosti světelného zdroje v oblasti viditelného spektra, popsat číselně výslednou barvu a soustředit všechny reálné barvy do jednotného barevného prostoru, [20].

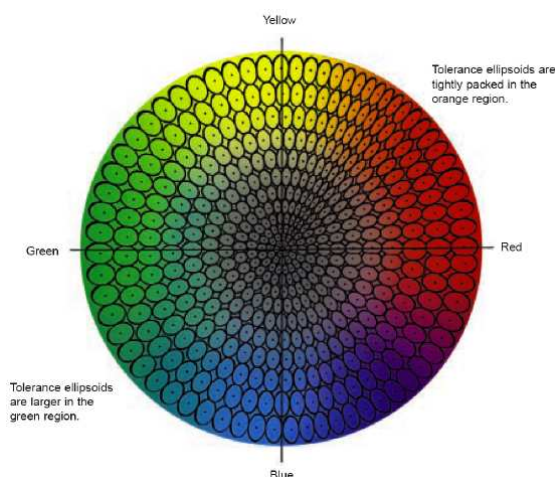
Objektivní měření barevnosti zajišťují přístroje – *spektrofotometry*. Princip spektrofotometru: měřený předmět je osvětlen intenzivním zdrojem světla. Část světelného záření se odráží zpět od měřeného předmětu a je zachyceno optickou částí spektrofotometru. Toto záření je rozloženo na jednotlivé vlnové délky ve viditelné oblasti spektra. Intenzita záření na jednotlivých vlnových délkách je zaznamenána polovodičovým detektorem. Údaje z detektoru jsou pak softwarově zpracovány tak, aby bylo možné každou barvu popsat pomocí tří souřadnic jako bod v trojrozměrném barevném prostoru.

VZORCE PRO VÝPOČTY BAREVNÝCH DIFERENCÍ

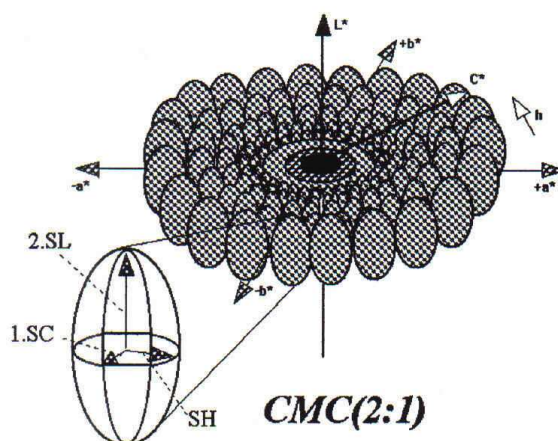
Vzorce pro výpočty barevných diferencí jsou vytvářeny na základě analýzy nerovnoměrnosti barevných prostorů. Přitom je nutno rozlišovat zda se tato analýza týká hranic citlivosti lidského oka k barevným diferencím či akceptovatelných mezí barevných diferencí [13]. V této práci jsou diskutovány vzorce barevných diferencí CMC(1:c), CIE94, CIE2000.

5.2 Rovnice CMC (l:c)

Barevná difference je zde založena na předpokladu, že kolorimetrické veličiny, popisující barevný odstín, jsou vícerozměrné povahy, přičemž se jednotlivé rozměry vzájemně ovlivňují ve výsledném účinku. Proto jsou místo koulí, jak by tomu bylo v ideálním barevném prostoru, konstruovány toleranční elipsoidy v souřadnicích LCH barevného prostoru, [6].



Obr. 24: Toleranční elipsoidy CMC(2:1) v CIELAB prostoru.



Obr. 25: Zobrazení tolerančních elipsoidů CMC v barevné prostoru CIELAB.

Je to barevný systém, který slouží jako podklad pro tolerance při zařazování barviva do příslušné třídy kvality. Je založen na modifikaci barevných rozdílů CIE L,a,b podle vztahu (15). Modifikace je popsána: „CMC: výpočet malých barevných diferencí pro přijatelnost.“ [21].

$$\Delta E_{CMC}(l,c) = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{S_H}\right)^2} \quad (16)$$

kde

$$S_L = \frac{(0.040975 \cdot L^*)}{(1 + 0.01765 \cdot L^*)} \quad \text{pro } L^* \geq 16 \quad \text{nebo } S_L = 0.511 \quad \text{pro } L^* \leq 16$$

$$S_C = \frac{(0.0638 \cdot C^*)}{(1 + 0.0131 \cdot C^*)} + 0.638$$

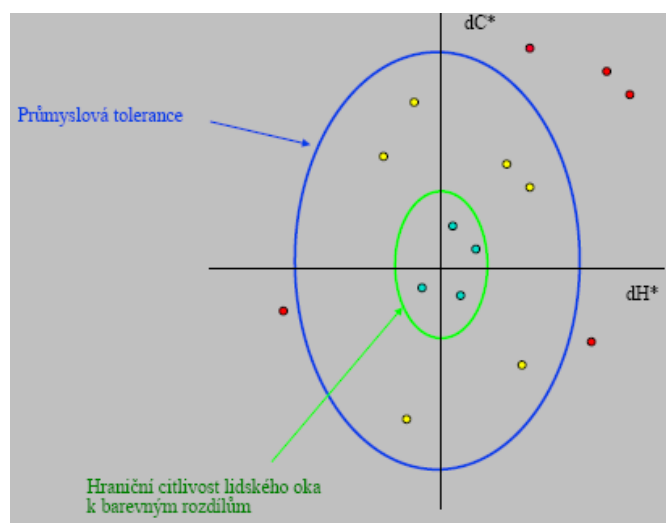
$$S_H = (f \cdot T + 1 - F) \cdot S_C$$

$$f = \sqrt{\left\{ \frac{(C^*)^4}{[(C^*)^4 + 1900]} \right\}}$$

$$T = 0.36 + \left| 0.4 \cdot \cos(35 + h_{ab}) \right| \text{ pokud } h_{ab} \geq 345^0 \text{ or } \leq 164^0$$

$$T = 0.56 + \left| 0.2 \cdot \cos(168 + h_{ab}) \right| \text{ pokud } h_{ab} > 164^0 \text{ or } < 345^0$$

S_L , S_C , S_H jsou velikosti poloos toleranční elipsy. T je funkce užívána pro výpočet velikosti S_H mezi poloosami chromatické toleranční elipsy. Váhové faktory l , c (lightness:chroma) jsou pro hodnocení nastaveny na různé hodnoty. Hodnoty $l = 1$ a $c = 1$, tedy ΔE_{cmc} (1:1) odpovídají přibližně citlivosti lidského oka. Hodnoty $l = 2$ a $c = 1$, tedy ΔE_{cmc} (2:1) odpovídají průmyslově akceptovaným odchylkám, (Obr. 26).



Obr. 26: Toleranční elipsy (odstínové třídění)

CMC(l:c) při vyhodnocování se bere v úvahu to, že lidské oko vnímá barevné difference u nepestrých (kalnějších) odstínů silněji než u čistých (sytých) odstínů. Toleranční elipsoidy se proto směrem ke spektrálně čistým odstínům zvětšují a naopak. Také tvar elipsoidů je přizpůsobován umístění předlohy v CIELAB prostoru. Toto je hlavní přínos rovnice.

Při použití vzorce pro vyhodnocování textilních vzorků nabývají váhové faktory l a c obvykle hodnot 2:1. Tato metoda je přizpůsobena pro mnoho průmyslových odvětví (Obr. 27). Poskytuje lepší korelace ve vizuálním vyhodnocování než-li v ostatních průmyslových ukazatelích.

Poloosy diskriminačních elips vizuálně vnímaných odchylek nejsou orientovány centrálně vůči neutrálnímu bodu. Tento nedostatek se řeší modifikací některých členů rovnice CMC(l:c) a výsledkem jsou další toleranční vzorce např. BFD(l:c). Vzorec CMC(l:c) byl v r. 1994 přijat jako ISO standard (ISO 105-J03), [6].

5.3 CIE1994

Roku 1995 CIE publikovala doporučení pro vyhodnocování průmyslových barevných diferencí. Jedná se o model CIE1994. Označení CIE94 ($k_L:k_H:k_C$). Tato rovnice je podobná CMC(l:c) rovnici, ale váhové funkce (k_L , k_H , k_C) jsou více založeny na tolerančních datech odvozených z průmyslových experimentů. CIE94 vychází z lineárního modelu a CMC(l:c) z hyperbolického modelu.

Rovnice CIE94 je založena na definici barev v LCH barevném prostoru přibližujícím se prostoru CIELAB. CIE94 je matematický výpočet elipsy okolo standardu barvy. Protože v mnoha barvách lidské oko snáší širokou odchylku v jas, než v sytosti barvy, systém CIE94 zohledňuje tyto parametry vnímání tak, aby výsledek skončil shodou s našim zrakovým ohodnocením. Systém CIE94 je zvláště vhodný pro hladkou plochu a rovnoměrné povrchy, [27].

$$\Delta E_{CIE1994} = \sqrt{\left[\left(\frac{\Delta L^*}{k_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{k_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{k_H S_H} \right)^2 \right]} \quad (17)$$

$$\Delta V = k_E \Delta E_{CIE1994}$$

kde k_E je „adjustační faktor“, ΔV je vizuálně vnímaná difference

$k_L = 2$ pro použití vzorce v textilním průmyslu

$k_C = k_H = 1$, $S_C = 1 + 0,045C^*$, $S_H = 1 + 0,015C^*$.

5.4 CIE2000

ΔE CIE2000 je vylepšená verze modelu CIE94, obsahuje dodatek vzájemného působení odstínu a sytosti. Tato verze je založena na CIE Lab 1976 a dává lepší celkovou vjemovou efektivnost, ale také je těžší pro výpočet, [22].

Na základě diskusí o vlivu natočení tolerančního elipsoidu na predikční schopnosti rovnic pro výpočty diferencí byla v roce 2000 přijata CIE norma. Podle této normy se výpočet barevné odchylky provádí ve čtyřech krocích, přičemž 1. krok je výpočet barevných souřadnic v rámci barevného prostoru CIELAB.

2. krok: Výpočet a' , C' , h'

3. krok: Výpočet $\Delta L'$, $\Delta C'$ a $\Delta H'$

4. krok: Výpočet $CIEDE2000 = \Delta E_{CIE2000}$ [7].

$$\Delta E_{CIE2000} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)} \quad (18)$$

kde $\overline{C^*}$ je aritmetický průměr měrné čistoty C^* standardu vzorku.

$$S_L = 1 + \frac{0.015(\overline{L'} - 50)^2}{\sqrt{20 + (\overline{L'} - 50)^2}}$$

$$S_C = 1 + 0.045\overline{C'^*}$$

$$S_H = 1 + 0.015\overline{C'^*}T$$

kde

$$T = 1 - 0.17\cos(\overline{h'^*} - 30^\circ) + 0.24\cos(2\overline{h'^*}) + 0.32\cos(3\overline{h'^*} + 6^\circ) - 0.20\cos(4\overline{h'^*} - 63^\circ)$$

Odstínová funkce:

$$R_T = -\sin(2\Delta\theta)R_C$$

kde

$$\Delta\theta = 30\exp\left\{-\left[\left(\overline{h'^*} - 275^\circ\right)/25\right]^2\right\}$$

$$R_C = 2\sqrt{\frac{\overline{C'^*}^7}{\overline{C'^*}^7 + 25^7}}$$

CIE2000 modifikace kolorimetrické soustavy CIELAB.

$$a' = (1 + G)a^*$$

kde

$$G = 0.5 \left(1 - \sqrt{\frac{\overline{C^*}^7}{\overline{C^*}^7 + 25^7}} \right)$$

Předností CIE2000 je, že uvažuje lidské vidění. Nevýhodou, že neodhaluje metamerismus. Model se používá pouze tehdy, když metamerismus není spornou otázkou (tyto vlastnosti má např. také CIELAB), [23].

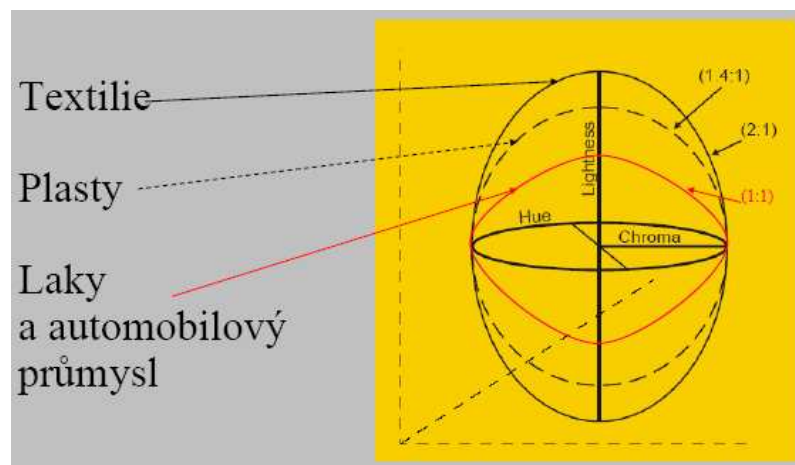
Elipsoidní tolerance:

Hlavní pravidla používaná k hodnocení barvy člověkem:

- difference odstínu h jsou většinou v rozporu,
- lidé budou tolerovat trochu více difference v sytosti C^* než-li v odstínu h ,
- lidé budou tolerovat světlostní difference L^* jednodušeji než-li difference v sytosti C^* nebo odstínu h .

Tyto principy formují podstatu pro elipsoidní tolerance. Celková velikost elipsoidu je celková barevná tolerance. Jako standard pro komerční účely se používá faktor roven jedné, značen cf pro CIE2000, tato velikost se rovná jedné ΔE jednotce jednotkové stupnici elipsoidní škály. Poměr souborů, pro CIE2000 značen $K_L:K_C$, formuje elipsu podél os světlosti a sytosti (Obr. 27), [24].

Rovnice CIELAB je používána ke zlepšení predikce vizuálně vnímaných odchylek přes různé korekce CIELAB systému. Ve studii z roku 2004 (Melgosa, Huertas, Berns) byla analyzována důležitost těchto korekcí. Bylo zjištěno, že zlepšení CIE94 přes CIELAB je podstatně lepší než-li CIE2000 přes CIE94. Nejdůležitější korekcí v obou případech byla korekce sytostní difference. Byla nalezena statistická významnost difference mezi CMC a CIE2000 s 95% jistotou, u difference mezi CMC a CIE94 tato významnost nalezena nebyla, [28].



Obr. 27: Poměr světlosti a sytosti určující tvar toleranční elipsy. Příklady typických průmyslových poměrů.

6 BAREVNÉ PREFERENCE

Problematika vnímání barev a jejich působení na člověka je dosti opomíjena, ač se s barvou a jejím působením na nás setkáváme již od svého narození a pak v průběhu celého našeho dalšího života. Barvy provázejí člověka na každém kroku. Ale nejsou pro nás jen tím, co vidíme, nepoddávají se jen pasivně našemu zraku, působí i na naši psychiku, ovlivňují naše city a naše jednání. Barva je to první, co vnímáme, pak teprve vnímáme tvary, detaily atd. Kdybychom neviděli barevně, byl by náš vnitřní svět mnohem chudší. Přišli bychom o mnoho duševních a citových zážitků. Barva není jen něco samozřejmého, nad čím se ani většina z nás nezamyslí, ale aktivně působí na náš život a výrazně ho i ovlivňuje a obohacuje.

Již řecký lékař Hippokratés (asi 460 – 370 před Kristem) dával barvy do souvislosti s lidskou povahou. Vypracoval podle nich teorii čtyř základních typů temperamentu: sangvinik (červená barva), flegmatik (zelená barva), cholerik (žlutá barva) a melancholik (modrá barva), [3].

6.1 Člověk a psychologie barev

Od nejstarších dob je barva těsně spjata s člověkem. Od prvních okamžiků od narození je člověk schopen vnímat barvy. Proto je náš vztah k nim silný a vyhraněný.

V psychologii barev lze vysledovat tři základní výzkumné proudy. První proud zkoumá prožitkovou kvalitu barev, tedy vztah barev vůči pocitům a ladění. Druhý proud se zabývá psychofyzilogickou stránkou barevného vnímání a poslední třetí proud zkoumá symbolickou hodnotu barev, tedy jak je specifický význam barvy určen konvencí. Aplikace poznatků z tohoto oboru je dále rozvíjena v diagnostice osobnosti, kromě toho také v designu, v architektuře, v psychologii prodeje apod.

Fyziologické působení barev lze velice dobře prokázat, protože tělesné reakce umíme měřit. Ale co lidské pocity? Ty měřit neumíme, přitom vztah k barvám je důležitý – mohl by o člověku hodně prozradit. Psychologové se proto začali zajímat o to, jak by jim mohl vztah k barvám prakticky pomoci v psychodiagnostice a psychoterapii, tedy v určování a léčení duševních poruch. Z historie např. německý psychiatr Ernst Kretschmer (1884 – 1964), jenž se zabýval touto typologií, rozdělil lidi na dva druhy: Otevření lidé, kteří snadno podléhají citům, pocitům a náladám jsou více vnímavější vůči barvám. Volí teplé barvy nejraději žlutou a červenou. Další typ jsou systematici, které drásá barvitost světa, kontrolují své city, vnímají především tvary než-li barvy, volí chladnější barvy – hl. modrou a zelenou. Švýcarský

psychiatr Carl Gustav Jung (1875 – 1961), tvůrce jiného typologického systému zjistil, že lidé, jenž se projevují jako extroverti dávají přednost teplým barvám, žluté a červené, kdežto introverti, mírají v oblibě zelenou a modrou. K podobným záměrům došli i další psychologové, [3].

6.2 Barevné asociace

Modrá – to je chlad. Ale naše vnímání nám dále hlásí: hloubka, dálka, touha, klid, zadumání, osamělost... Odkud se ale všechny tyto významy vzaly? Co vše je modré? Modré je moře, obloha, zamlžený obzor, stín a dálky. Modrá je vždycky ve vztahu k temnotě, ke vzdálenému, neskutečnému, nekonečnému. A všechny tyto představy se v našich myslích sdružují a přiřazují se ke vjemu modré barvy. Tomuto sdružování představ se v psychologii říká asociace.

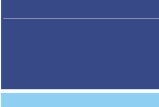
Každý vjem prochází v našem mozku jemným a složitým filtrem zkušeností, vědomostí a zážitků. Představy se do naší mysli neukládají odděleně, ale ve vzájemné souvislosti. Když se k nim pak člověk vrací, jedna představa vyvolává druhou, vzniká řetězec asociací. Asociace ovšem zdaleka nejsou vždy tak jednoduché a přímočaré. Zážitky, které doprovázejí každý vjem, dávají barvám stále nové a nové významy.

Mezi barvami a našimi pocity existuje zvláštní vztah. Barvy působí fyziologicky na lidský vegetativní systém. Tzv. teplé barvy, mezi kterými převládají žlutá, červená a oranžová, nás podněcují ke zvýšené aktivitě, stoupá nám krevní tlak, zrychluje se puls, povzbuzuje se činnost vegetativního nervstva, zvyšuje se i svalové napětí. Taktéž máme větší chuť k jídlu, zřetelněji vnímáme hluk, dokonce se nám zdá, že čas jakoby rychleji ubíhá. Studené barevné odstíny, mezi kterými převládají modrá a zelená, mají účinek právě opačný – uklidňují a vyvolávají útlum tělesných funkcí, [3].

6.3 Výzkum preferencí barev

Lidé mají k barvám různý vztah. Každý z nás více či méně snadno dovede určit, která barva je mu nejvíce sympatická, kterou má nejraději, které by dal přednost před ostatními. O takové barvě se dá říci, že ji preferujeme před ostatními. Tato tendence se nápadně projevuje například v oblékání, kde mnozí lidé dávají některé barvě nebo skupinám barev výraznou přednost před ostatními barvami. Naopak zase jsou barvy, které rádi nemáme, které odmítáme.

Na základě mnoha získaných údajů bylo možno určit preference barev, které se liší v těchto faktorech: pohlaví, věková skupina, etnikum, ročním obdobím, čas. Rozdíly mohou být způsobeny i aktuálním zdravotním stavem nebo psychologickým typem jedince. Tyto faktory nastiňují proč člověk preferuje tu či onu barvu, [29].

| | | |
|---|----------------|--|
|  | žlutá | - povzbuzuje, osvobozuje, přináší uvolnění, pocit souladu, harmonie, působí vesele a otevřeně |
|  | oranžová | - je slavnostní, vyvolává pocit radosti, je spojena s představou slunce, tepla, bohatství, zlata, úrody |
|  | světle zelená | - působí přirozeně, ale někdy i jedovatě, je spojena s představou chladu, vlhka, ticha, rostlin |
|  | tmavozelená | - uklidňuje a chrání, ale také omezuje, je přátelská, dává pocit bezpečí a naděje |
|  | tmavomodrá | - klidná, vážná až skličující, barva dálek, hloubky, rozjímání a smutku |
|  | světlemodrá | - působí přívětivě, vyvolává představu oblohy a vzduchu, ticha a touhy |
|  | červená | - vzrušující, energická, prudká až náruživá, silná, mocná, spojená s představami ohně, krve, nebezpečí, lásky, hluku |
|  | purpur | - působí důstojně, hrdě, vznešeně, povzbudivě, je spojen s představou spravedlnosti a majestátu |
|  | fialová | - neklidná, znepokojivá, melancholická, tajemná, osobitá, náročná |
|  | světle fialová | - působí začarovaně, rozpolceně, slabošsky, je to barva magie, melancholie, opojení |
|  | hnědá | - střízlivá, mlčenlivá, solidní a vážná, realistická, spojená s představou jistoty a pořádku, domova, tradice, zdrženlivosti |
|  | šedá | - netečná, smutná, spojená s představou chudoby a pokor |
| | bílá | - neurčitá, nejistá, spojená s představou nevinnosti a čistoty |
|  | černá | - barva vzdorného protestu, zlého tajemství, nicoty, smrti |

6.4 Dynamika barev

Vědecky bylo dokázáno, že určité barevné řešení prostorů lidí aktivizuje, jiné koncentruje jejich pozornost a vytváří pohodu, jejímž důsledkem je menší procento úrazovosti a lepší soustředění na práci vedoucí ke zvýšenému celkovému výkonu.

Optimální barevné řešení prostorů snižuje únavu a pomáhá vytvářet psychickou pohodu. Pozornost se věnuje například úpravě místností ve školách a ve zdravotnických zařízeních, kde barva může přispět nejen k architektonickému dotvoření prostor a jejich korekci, ale i k tomu, aby člověk pobyt v těchto místnostech lépe snášel.

Barva dovede taktéž alespoň pocitově opticky korigovat celkový dojem z prostoru. Syté a temné barvy prostor dojemově zmenšují, některé světlé tóny dokáží prostor opticky zvětšit a vytvářejí tak dojem větší volnosti, [29].

6.5 Barvy a marketingová komunikace

Preference barev mají na základě řady výzkumů obecnou platnost, i když se individuální preference mohou v konkrétních situacích lišit. Jisté je, že barvy hrají v marketingové komunikaci významnou roli a nestačí jen vycházet ze znalostí obecného působení barev. Pro analýzu v konkrétních případech je zapotřebí výzkum na dané cílové skupině v souvislosti s produktem i ostatními prvky reklamy, protože barvy působí v celkovém kontextu komunikovaného sdělení. Pro reklamu a marketingovou komunikaci je obecně důležité, že barvy přitahují pozornost a přibližují zobrazené předměty realitě. Asociace na základní barvy uváděné v literatuře a výsledky různých anket ukazují, že se v podstatě shodují, [30].

6.5.1 Rozdílné chápání barev

Barva je také jedním ze symbolů, které jsou vytvořeny v každé kultuře a vyjadřují určité specifické skutečnosti. Neznalost této symboliky může nepříznivě ovlivnit působení reklamy. Již zmíněná modrá barva je ve Švédsku, v USA i u nás spojena s maskulinitou, ale v Holandsku je to „dívčí“ barva. Bílá lilie je symbolem smrti v Anglii, nevinnosti v zemích střední Evropy a purpurová je barvou smrti v některých zemích Latinské Ameriky. Východní národy používají na pohřeb barvu smutku bílou a jako barvu svatební černou. U nás je to naopak. Vše se dá lehce vysvětlit. Souvisí to s hodnotovým systémem. Naše civilizace uznává jako prvořadou hodnotu hmotu (ta se symbolicky nalézá v tmavých až černých tónech), civilizace východních národů jako první uznává ducha, [30].

6.5.2 Barvy a obory podnikání

Víme, že řada firem či produktů je jednoznačně spojována s určitou barvou. S jednotlivými typy podnikání si lidé spojují konkrétní barvy, které souvisejí s jeho charakterem. Výsledky těchto druhů anket ukazují na určité tendence až stereotypy při přiřazování barev k jednotlivým odvětvím podnikání.

Např. pro cestovní kanceláře je volena typická kombinace modré s oranžovou barvou, které navozují představu letní pohody, slunce, modré oblohy, moře. S právní kanceláří si lidé spojují barvy, které představují serióznost, důstojnost, konzervativnost a jistotu. Je to šedá, černá a modrá barva. Kosmetický salón je spojován s pastelovými „voňavými“ barvami a barvami přírodními (ve spojení s přírodní kosmetikou). Barvy použité v této souvislosti musí působit svěže, odpočinkově, odlehčeně (bílá, růžová, světle modrá, světle zelená). Jazyková škola je vyjadřována modrou, zelenou, oranžovou a červenou barvou. Volbou těchto barev je vyjádřena kvalifikovanost, serióznost, důvěra, touha po dálkách a zajímavostech. Pro stavební firmu byly většinou voleny barvy jednotlivých druhů stavebního materiálu nebo znalostí barvy konkrétní stavební firmy (šedá, bílá, červená), [30].

6.6 Kupní chování

Termín kupní chování je definován jako chování, kterým se spotřebitelé projevují při hledání, nakupování, užívání, hodnocení a nakládání s výrobky a službami, od nichž očekávají uspokojení svých potřeb. Kupní chování se zaměřuje na rozhodování jednotlivců, kteří vynakládají své zdroje na položky související se spotřebou.

Mezi každým spotřebitelem je rozdíl. Kupní chování ovlivňuje poptávku po základních surovinách, dopravě, výrobě, bankovníctví, což ovlivňuje zaměstnanost, zdroje a také úspěch některých průmyslových odvětví. Pro udržení rozvoje podniků musí prodejci znát přání svých zákazníků. Musí porozumět jednotlivým skupinovým vlivům a rozhodovacímu procesu spotřebitele, [31].

Faktory ovlivňující kupní chování spotřebitele:

- kulturní (největší vliv) – charakter národnostní, náboženský, rasový nebo geografický,
- sociální – referenční skupiny, rodina, společenské role a statuty,
- osobní – věk, období životního cyklu, zaměstnání, ekonomické podmínky, životní styl, osobnost a sebepojetí,

- psychologické – motivace, vnímání, učení a postoje.

Analýzy potřeb, přání a postojů zákazníků nám přináší informace, které jsou potřebné pro vývoj nových výrobků, zdokonalování vlastností, určování cen, způsobu propagace a forem distribuce, [32].

6.6.1 Sběr informací dotazováním

Součástí návrhu marketingového výzkumu je i volba vhodné metody sběru primárních dat tak, aby výzkumem byly získány relevantní, aktuální, úplné a nezkreslené informace.

Základní metody pro sběr primárních dat jsou:

- pozorování,
- experiment,
- dotazování.

Sběr informací dotazováním je nejčastěji používaná metoda získávání primárních, převážně deskriptivních dat, které může probíhat přímou nebo nepřímou komunikací s respondentem. Nejběžnějším prostředkem pro získání dat touto metodou je DOTAZNÍK.

Dotazování může probíhat:

- osobně nebo formou rozhovoru, či skupinové interview,
- telefonicky,
- PC dotazováním,
- poštou, tj. prostřednictvím zaslaných dotazníků.

Typy otázek:

- uzavřené,
- otevřené,
- vícenásobného výběru,
- stupnice, poměrové škály.

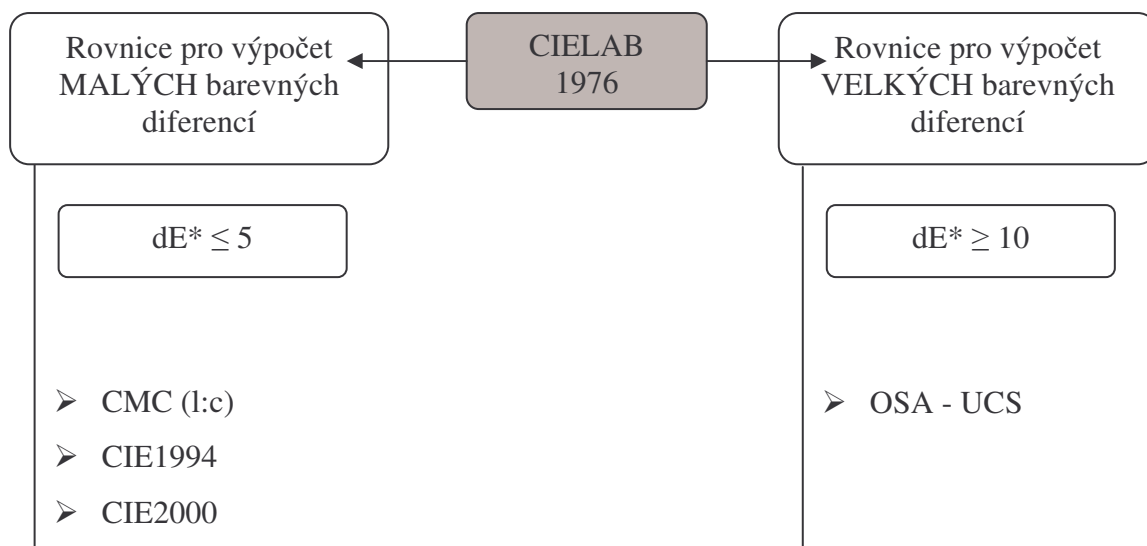
Otevřené – následuje u nich volná odpověď. Tento typ otázek nabízí širokou rozmanitost odpovědí, ale také přináší komplikace při vyhodnocování. *Uzavřené* – typu ano, ne. Tento typ otázek se velice dobře vyhodnocuje. Vícenásobného výběru – nabízí respondentovi několik možností pro zaškrtnutí své odpovědi. Stupnice a poměrové škály – jedná se o otázky, ve kterých je respondent požádán, aby zařadil zkoumaný problém na dané stupnici na určité místo dle svého názoru, [32].

7 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

7.1 Hodnocení barevných rozdílů

Tato práce se zabývá porovnáváním hodnot barevných diferencí z hlediska objektivního a subjektivního. Porovnávané hodnoty byly získány na přístroji Spektrofotometr pro objektivní hodnoty a metodou párového srovnání pomocí panelu pozorovatelů a přístroje Spectralight pro subjektivní hodnoty. Naměřené údaje byly vkládány do rovnic pro výpočet barevných diferencí CIELAB, CMC (2:1), CIE94, CIE2000 a OSA-UCS.

Cílem bylo určit, která rovnice nejlépe vyhovuje vizuálně naměřeným hodnotám barevných odchylek.



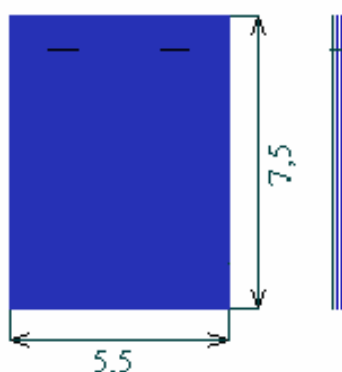
Obr. 28: CIELAB 1976 numerické rozdělení malých a velkých barevných diferencí

7.1.1 Postup měření

Pro tento experiment byl vybrán soubor vzorků připravených v LCAM KTM. Jedná se o vlněné textilní vzorky rozměru 5,5 x 7,5 cm, v keprové vazbě a obarvené kovokomplexními barvivy. Aby nedošlo k chybám měření, způsobeným průchodem světla vzorkem a k chybám vzniklým měřením podkladového materiálu, byly vzorky připnuty ve třech vrstvách k tvrdé papírové podložce (Obr. 29). Bylo měřeno 10 barevných center (Graf 3), kolem nichž bylo rozmístěno 147 vzorků. To představuje 147 posudků barevných odchylek. Každý ze 20ti pozorovatelů provedl 5-ti násobné hodnocení jednotlivých pozorovaných párů, což celkem představuje 14 700 individuálních posudků.

Tab. 1: Přehled označení a počtu barevných vzorků.

| Barva | Č. standardu | Počet vzorků v souboru |
|---------------|--------------|------------------------|
| Světle modrá | 592 | 17 |
| Tmavě modrá | 1749 | 23 |
| Tmavě růžová | 1016 | 12 |
| Světle růžová | 9 | 13 |
| Červená | 213 | 24 |
| Hnědá | 250 | 20 |
| Světle zelená | 1245 | 15 |
| Tmavě zelená | 813 | 13 |
| Světle šedá | 1727 | 11 |
| Tmavě šedá | 123 | 10 |



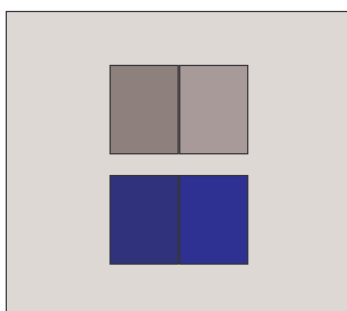
Obr. 29: Pohled shora a z boku na testovaný vzorek

7.1.2 Vizuální hodnocení

Vizuální porovnávání vzorků s předem stanovenými barevnými standardy bylo prováděno 5x každým respondentem v koloristické skříni Spectralight 3 firmy GretahMacbeth. Hodnotitelé měli za úkol posoudit barevné difference postřehnutelné mezi standardem a jednotlivými vzorky – metoda párového srovnání (Obr. 30). Posuzování bylo prováděno pod osvětlením D65, zorným úhlem cca 10° a pomocí standardizované šedé stupnice (ISO 105-A02:1993), [26]. Podle této šedé stupnice se měřila barevná odchylka mezi standardem a souborem vzorků pěti stupni. Jednotlivé stupně označují:

| | |
|-----------------------------|-------------|
| 1 – velmi velká difference | $\leq 13,6$ |
| 2 – velká difference | $\leq 6,8$ |
| 3 – patrná difference | $\leq 3,4$ |
| 4 – sotva patrná difference | $\leq 1,7$ |
| 5 – žádná difference | $\leq 0,2$ |

Je možné hodnotit odchylky i mezistupni.

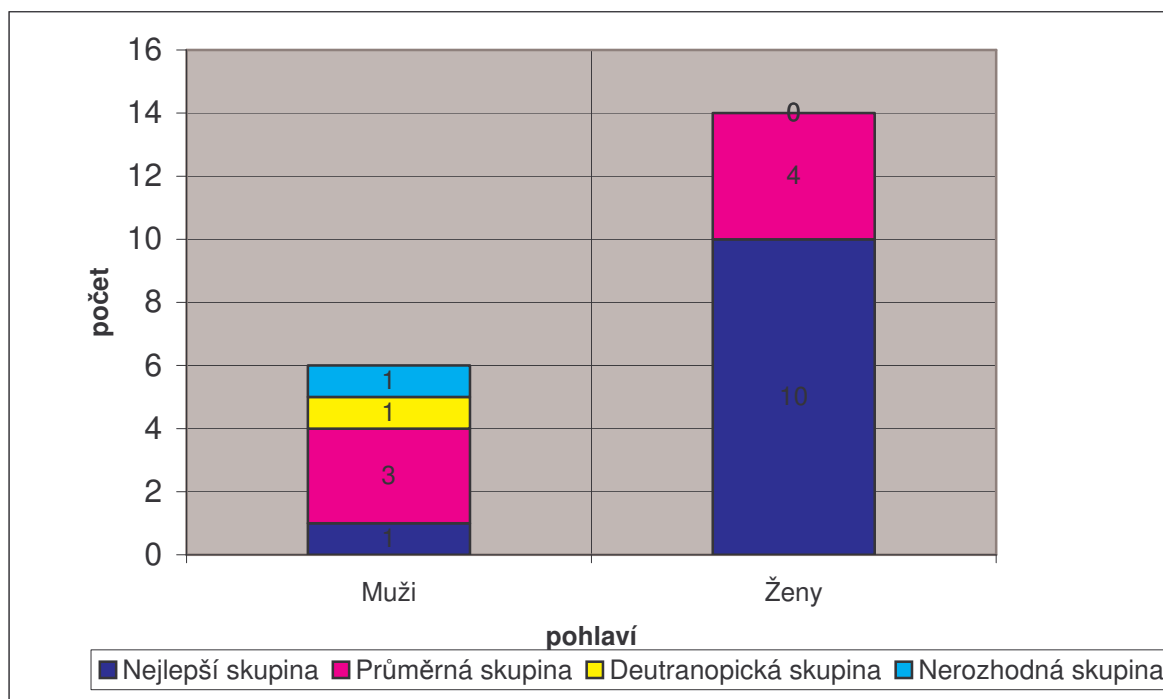


Obr. 30: Schéma uspořádání vzorků při vizuálním posuzování barevné odchylky

7.1.3 Panel respondentů

Pro subjektivní hodnocení barevných odchylek bylo důležité zajistit soubor respondentů se stejnou strukturou barvocitu. Barevné odchylky hodnotilo 20 studentů Technické univerzity v Liberci. Z toho 14 žen a 6 mužů ve věku 19 až 25 let. K výběru byla použita metoda Farnsworth - Munselova 100 hue testu, podle kterého byli respondenti rozděleni do čtyř skupin, viz také Graf 1 a Tab. 2:

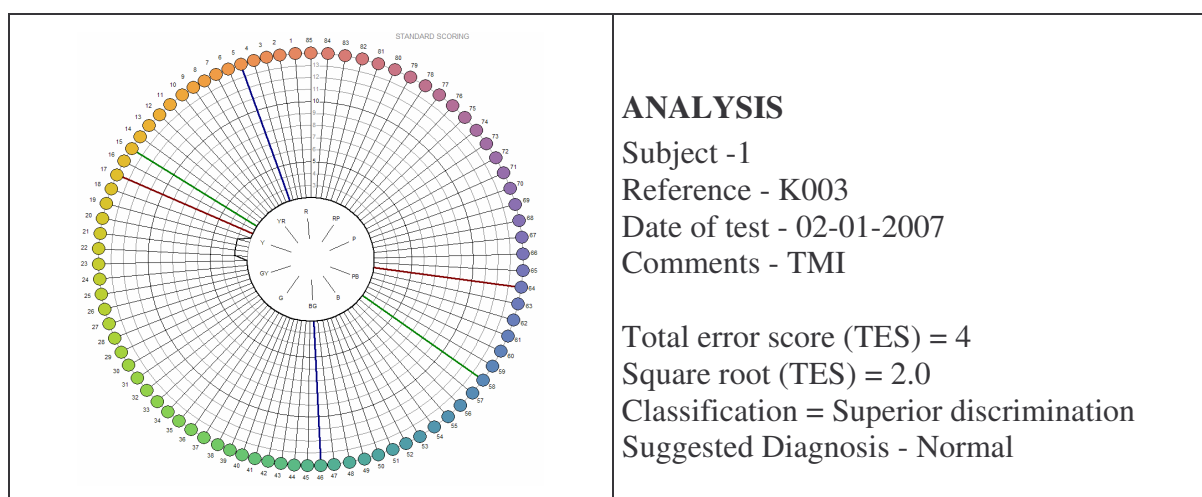
- **1. skupina** – respondenti s nejlepší rozlišující schopností barevných rozdílů (11 studentů),
- **2. skupina** – respondenti s průměrnou rozlišovací schopností barevných rozdílů (7 studentů),
- **3. skupina** – respondent s deuteranopickou vadou vnímání barev (vada vnímání M (zeleným) čípkem (1 student),
- **4. skupina** – respondent nerozlišující barevné rozdíly (1 student).



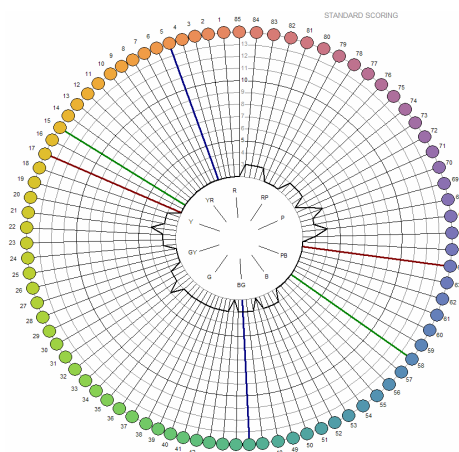
Graf 1: Rozdělení respondentů dle Farnsworth-Munsell 100-Hue testu

Tab. 2: Polární diagramy Farnsworth – Munsell 100 – Hue testu.

1. skupina



2. skupina



ANALYSIS

Subject - 15

Reference - D007

Date of test - 12-12-2006

Comments - DP

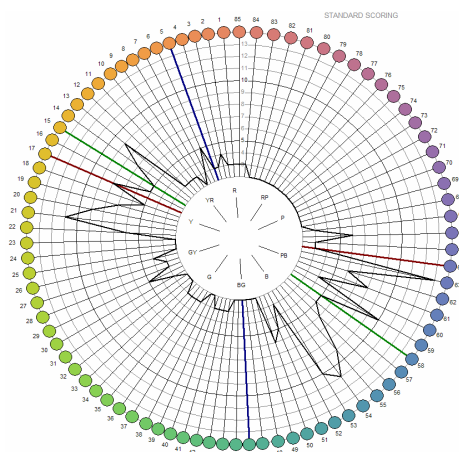
Total error score (TES) = 48

Square root (TES) = 6.93

Classification = Average discrimination

Suggested Diagnosis - Normal

3. skupina



ANALYSIS

Subject - 19

Reference - D018

Date of test - 12-17-2006

Comments - fa textilní KMT

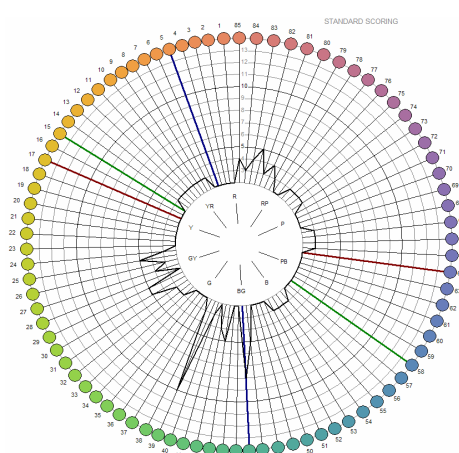
Total error score (TES) = 164

Square root (TES) = 12.81

Classification = Low discrimination

Suggested Diagnosis - Deutan defect

4. skupina



ANALYSIS

Subject - 20

Reference - D013

Date of test - 12-17-2006

Comments - fa strojní

Total error score (TES) = 72

Square root (TES) = 8.49

Classification = Average discrimination

Suggested Diagnosis - Unresolved

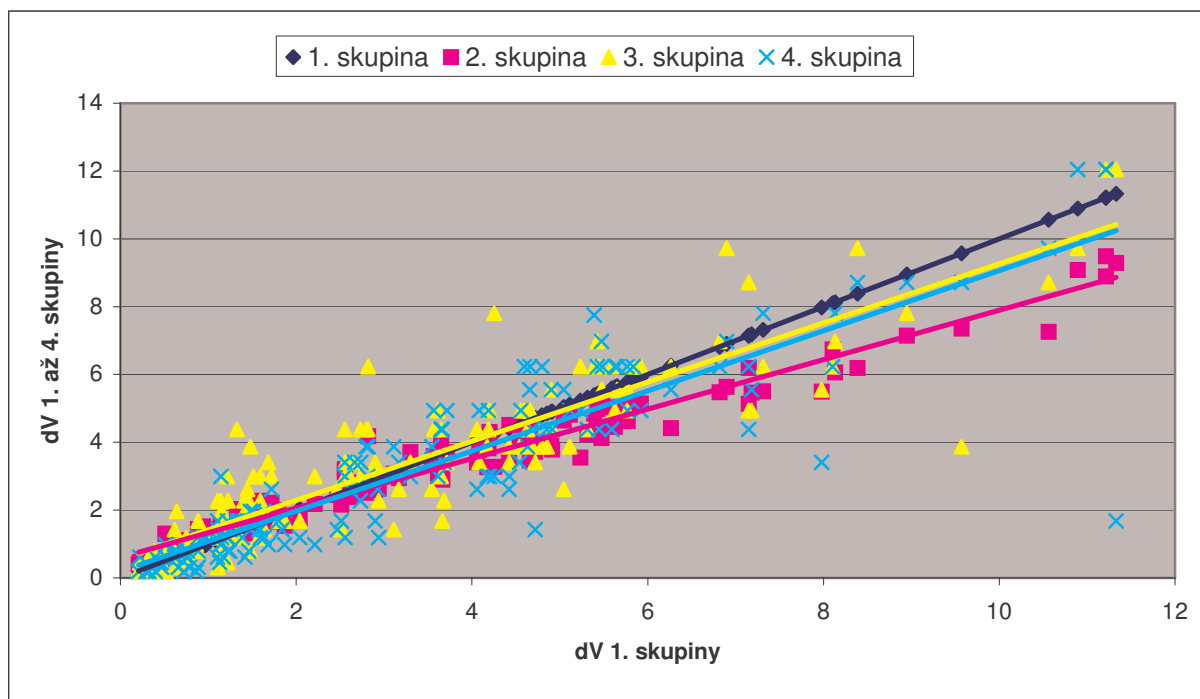
Vliv textury posuzovaných vzorků lze nastavením přístroje eliminovat pomocí SCI měřicí geometrie. U subjektivního měření byl zjištěn značný vliv textury na posuzování barevné difference. Rozdílná textura působila respondentům obtíže přiřadit stupeň difference. Z tohoto důvodu byly vzorky vyměněny z původní kombinace keprové a plátnové vazby na soubor vzorků pouze keprové vazby.

Vizuální barevná odchylka ΔV byla vypočtena podle rovnice:

$$\Delta V = -1,078 + 23,56 \cdot e^{(-GS/1,709)} \quad (18)$$

kde GS je stupeň šedé stupnice (vážený průměr z pěti měření respondentů), [33]

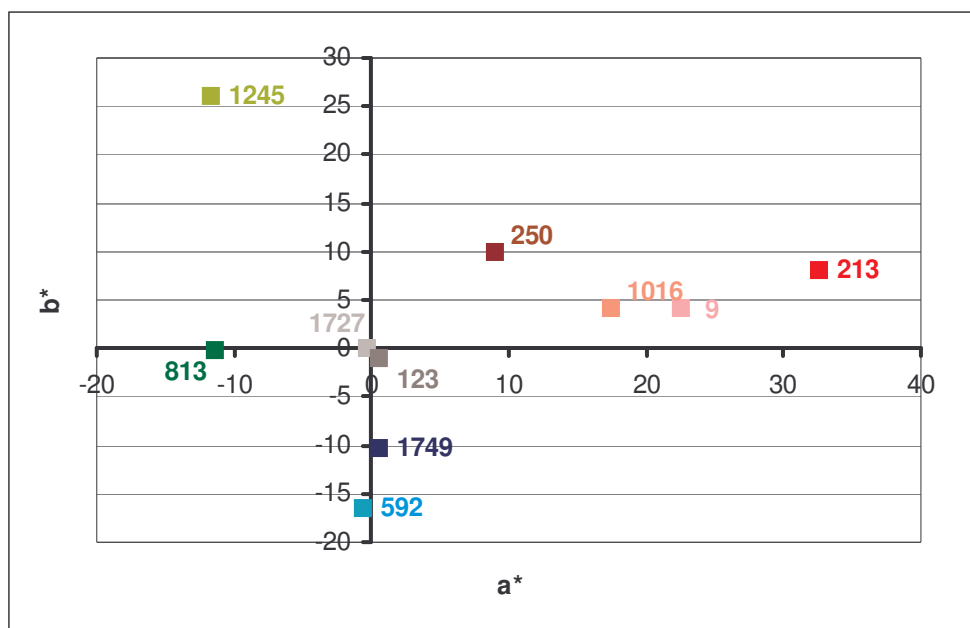
Závislosti mezi vizuální odchylkou ΔV 1. skupiny pozorovatelů a vizuálními odchylkami 2., 3. a 4. skupiny pozorovatelů jsou uvedeny v grafu Graf 2.



Graf 2: Korelace dat vizuálního hodnocení barevných odchylek u jednotlivých skupin respondentů, vztaheno k 1. skupině.

7.1.4 Objektivní měření

Objektivní měření barevných diferencí probíhalo na přístroji Spectrofotometr SF 600. Program Datacolor Tools 1.11 vypočetl hodnoty barevného prostoru CIELAB (dL^* , da^* , db^* hodnoty, barevnou odchylku dE^*) a CIELUV (Lch hodnoty). Přístroj byl před každým měřením řádně kalibrován a nastaven na podmínky měření a to osvětlení D65 a 10° pozorovatel. Dalším krokem bylo stanovení barevných center (standardů) deseti souborů vzorků (Graf 3).



Graf 3: Projekce barevných center na chromatickou plochu CIELAB barevného prostoru.

Bylo provedeno porovnání výkonnosti rovnic pro výpočty barevných diferencí dvěma způsoby:

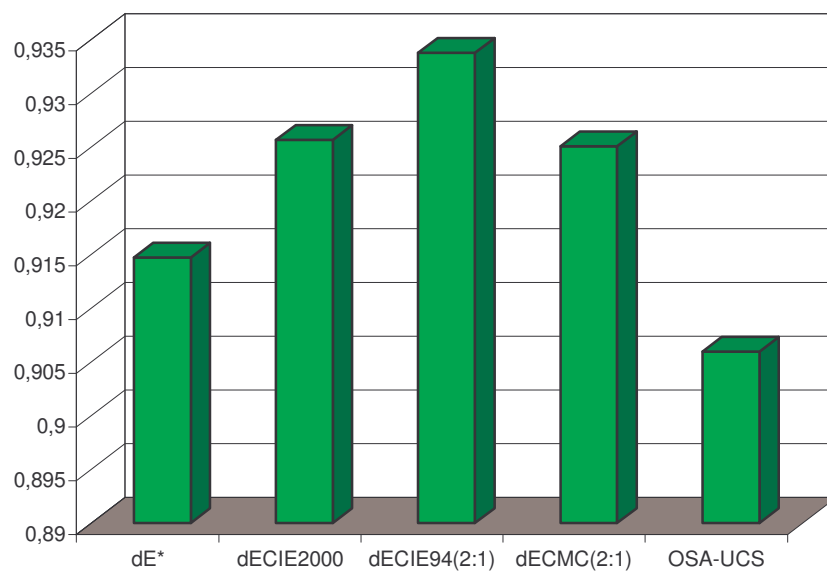
1. výpočtem korelačního koeficientu,
2. výpočtem výkonnostního faktoru $Pf/3$.

7.1.5 Porovnávání rovnic pomocí korelačního koeficientu

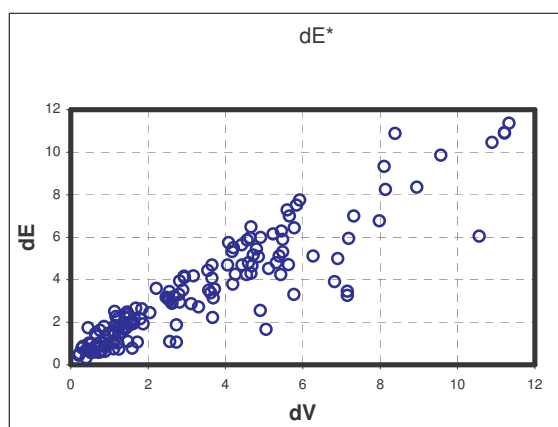
Numerický přehled vizuálních ΔV a naměřených ΔE barevných odchylek daných diferenčních rovnic je uveden v příloze č. 2. Korelační koeficient odchylek ΔV a ΔE diferenčních rovnic je uveden v tabulce č. 3 a v grafech č. 4 až 9.

Tab. 3: Přehled korelačních koeficientů mezi dV a dE pro různé rovnice pro výpočty barevných rozdílů

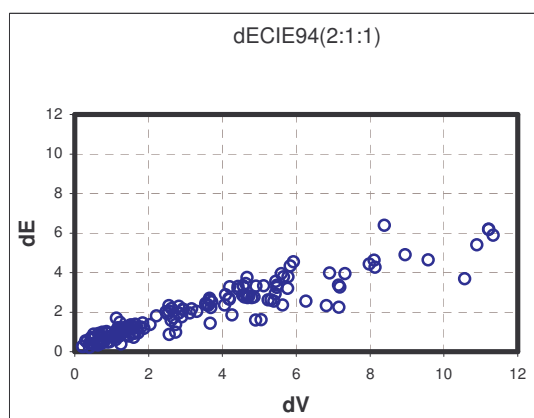
| | CIELAB | CIE2000 | CIE942 | CMC2 | OSA-UCS |
|------------|--------------|------------|------------|------------|------------|
| | ΔE^* | ΔE | ΔE | ΔE | ΔE |
| korelace r | 0,91473 | 0,925704 | 0,933804 | 0,925078 | 0,906 |



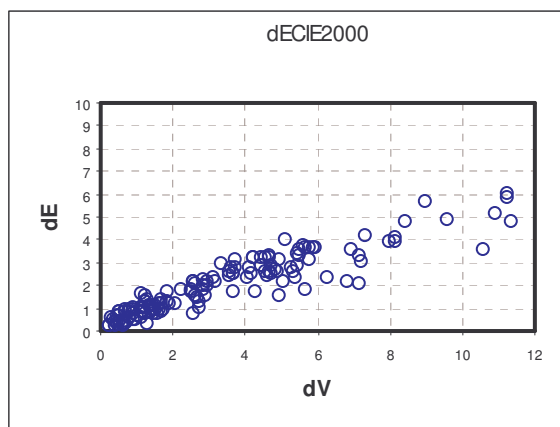
Graf 4: Korelační koeficient predikční schopnosti testovaných rovnic



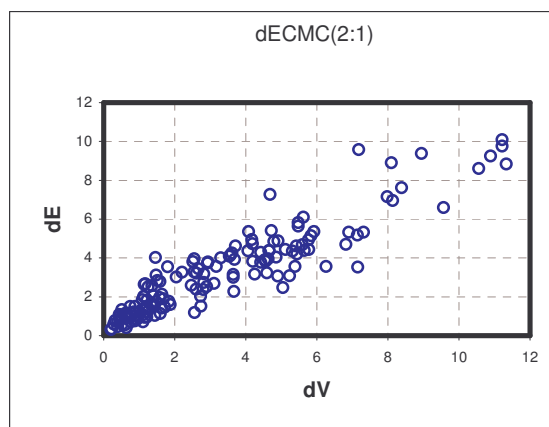
Graf 5: Korelace mezi dV a dE rovnice CIELAB



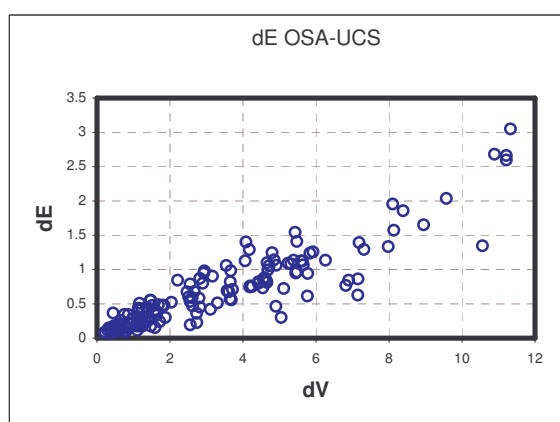
Graf 6: Korelace mezi dV a dE rovnice CIE94 (2:1:1)



Graf 7: Korelace mezi dV a dE rovnice CIE2000



Graf 8: Korelace mezi dV a dE rovnice CMC (2:1)



Graf 9: Korelace mezi dV a dE rovnice OSA-UCS

Z uvedených korelačních grafů plyne, že nejvyšší souvztažnost mezi vizuálními a naměřenými odchylkami, a tudíž nejlepší predikční schopnost, poskytuje rovnice CIE1994 (2:1:1). Naopak nejnižší odhad objektivní barevné difference vykazuje rovnice OSA-UCS. Důvodem je pravděpodobně skutečnost, že systém OSA-UCS byl navržen pro velké barevné rozdíly, kdežto testovaná data představují kombinaci malých, středních a velkých odchylek.

Horšího výsledku bylo dosaženo také u rovnice CMC (2:1), která poukazuje na problematické vizuální vnímání rozdílů u vyšších barevných odchylek.

7.1.6 Porovnání rovnic pomocí Pf/3 faktorů

Mírou statistické vazby mezi vizuálními posudky a příslušnou rovnicí je korelační koeficient r . To platí za předpokladu, že regresní čára je přímka a datový soubor má normální rozdělení. Bylo zjištěno, že r ne vždy dostatečně charakterizuje kvalitu příslušné diferenční

rovnice a proto byla navržena postupně další řada kritérií: např. „performance“ faktor $PF/3$ udává výkon testované rovnice vzhledem k vizuálnímu testu nebo-li uvádí hrubou chybu v procentech při určení ΔV_i , [33]:

$$PF/3 = \frac{100[(\gamma - 1) + V_{AB} + CV/100]}{3} \quad (19)$$

$$\gamma = \log_{10}(\Delta E_i / \Delta V_i) \quad (20a)$$

$$V_{AB} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{(\Delta E_i - F \Delta \Delta_i)^2}{\Delta E_i F \Delta \Delta_i}} \quad (20b)$$

kde

$$F = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \Delta E_i / \Delta \Delta_i}{\sum_{i=1}^N \Delta V_i / \Delta \Delta_i}}$$

$$CV = 100 \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{(\Delta E_i - f \Delta \Delta_i)^2}{(\Delta E_i)^2}} \quad (20c)$$

kde platí

$$f = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \Delta E_i \Delta V_i}{\sum_{i=1}^N \Delta V_i^2}}$$

pokud ΔE_i a $\Delta V_i = 0$, CV a $V_{AB} = 0$, $\gamma = 1$ pak $PF/3 = 0$.

ΔV je numerická difference, CV je variační koeficient testované rovnice vzhledem k vizuálnímu testu, V_{AB} je variabilita testované rovnice, γ je parametr vypočtený podle rovnice 20a. V_{AB} , CV hodnoty vyjadřují druhou odmocninu ΔE_i s ohledem na ΔV_i hodnoty.

Vyšší hodnota $PF/3$ značí horší soulad mezi vizuální a naměřenou hodnotou a znamená nižší predikční schopnost testované rovnice.

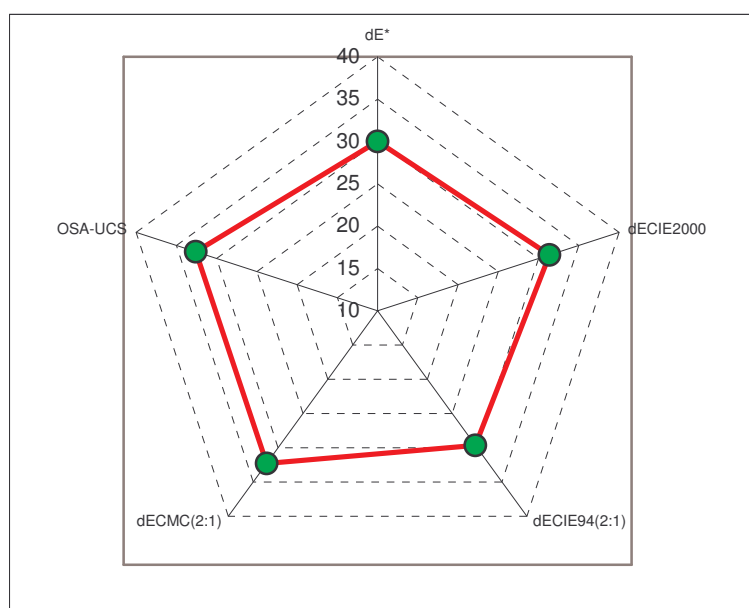
$PF/3$ – „performance“ faktor, navrhl Guan a Luo, vycházeli z doporučení Luo a Rigg. Hlavním důvodem navržení $PF/3$ indexu byly časté rozdíly v měření, které vedly k různým závěrům (CV versus V_{AB}). $PF/3$ nemůže být použit k určení důležitosti barevné difference mezi dvěma rovnicemi. Nedávná analýza statistické důležitosti byla vyjádřena poměrem

$F = V_A + V_B$, kde indexy A, B značí dvě rozdílné rovnice pro výpočet barevných diferencí, [34].

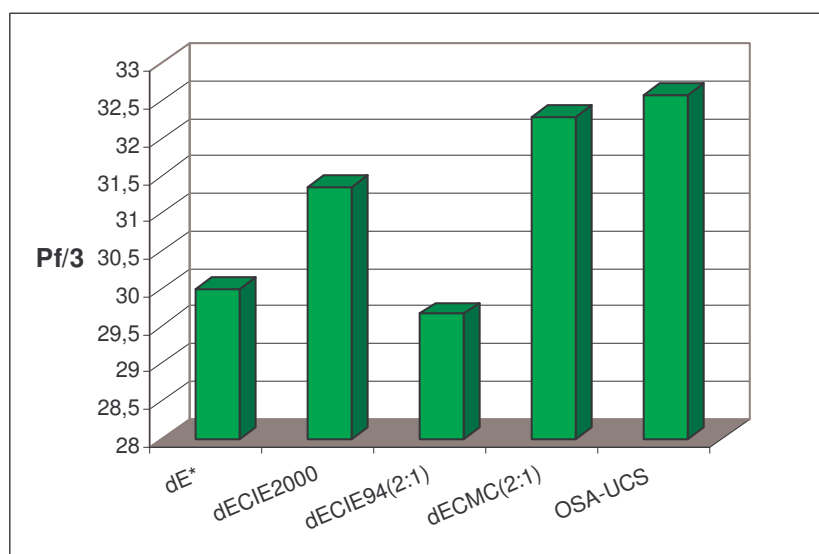
Tabulka č. 4 udává faktory určující vzájemný soulad mezi vizuálními a naměřenými barevnými odchylkami.

Tab. 4: Výsledky pro $\Delta E_{\text{tol.}} = 1$, faktory pro určení predikční schopnosti rovnic barevných diferencí

| Kritérium/rovnice | ΔE^* | CIE2000(2:1:1) | CIE94(2:1:1) | CMC (2:1) | OSA-UCS |
|-------------------|--------------|----------------|--------------|-----------|---------|
| r | 0,9147 | 0,925704 | 0,9338 | 0,9251 | 0,906 |
| γ | 1,1321 | 1,1482029 | 1,1332 | 1,1534 | 1,147 |
| CV | 47,79 | 47,040273 | 46,594 | 48,399 | 50,99 |
| V_{AB} | 0,2898 | 0,3217933 | 0,2906 | 0,3312 | 0,3202 |
| PF/3 | 29,995 | 31,346632 | 29,659 | 32,287 | 32,57 |

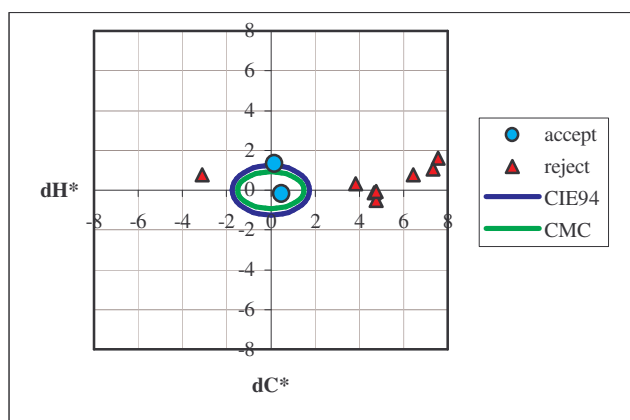


Graf 10: 1. skupina – Porovnání rovnic pomocí Pf/3 faktoru (menší hodnota – vyšší schopnost rovnice)

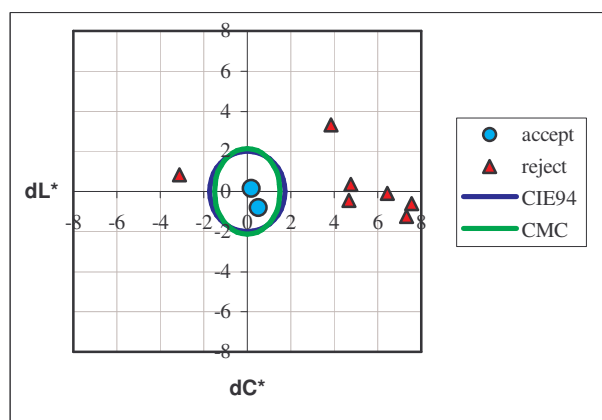


Graf 11: 1. skupina – Porovnání rovnic pomocí Pf/3 faktoru (menší hodnota – vyšší schopnost rovnice)

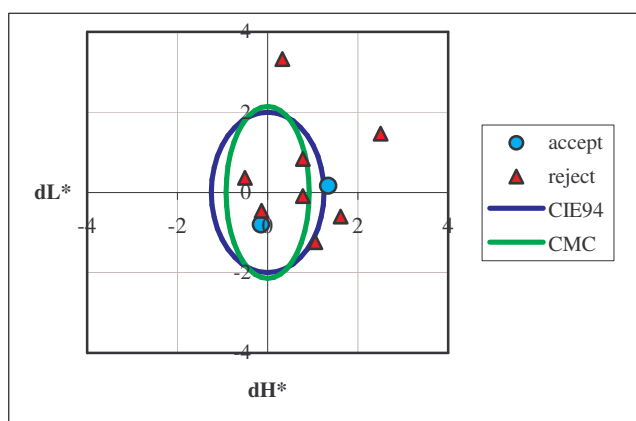
Na grafech č. Graf 12 až 14 a na grafech z Příloha 3 můžeme vidět ukázky relací mezi jednotlivými barevnými centry a rovnicemi CMC (2:1) a CIE1994 (2:1:1) zobrazených na chromatické H^*C^* ploše, na ploše L^*C^* a L^*H^* ploše.



Graf 12: Projekce barevného centra 592 na chromatické ploše prostoru CIELAB



Graf 13: Projekce barevného centra 592 na L^*C^* ploše prostoru CIELAB



Graf 14: Projekce barevného centra 592 na L^*H^* ploše prostoru CIELAB

Z uvedených grafů vyplývají tyto poznatky: 1. CIE94 bere v úvahu větší toleranční rozmezí než-li CMC(2:1). 2. barevné odchylky se často vyskytují mimo rámec tolerančních elips. Příčina může být v odlišnosti přístupových modelů rovnic CIE94 a CMC(2:1). Lineární model – CIE94 a hyperbolický model – CMC(2:1).

7.2 Hodnocení barevných preferencí

Experiment hodnocení barevných preferencí je součástí japonského projektu, JSPS č.18300246 – Vědecká analýza barevného účinku a jeho vlivu na zájmy zákazníka (Influence of Colour Impression to Customer's Interests and its Scientific Analysis), Kyotského Institutu Technologie, [35].

Cílem této instituce je analyzovat globální trh se záměrem získat informace o kritériích preferencí barev a barevných odstínů převážně pro spotřební elektroniku. Jedná se o marketingovou analýzu požadavků a preferencí potencionálních zákazníků. Analýza je prováděna za účelem uplatnění výrobků na trhu a k dosažení vyšších zisků.

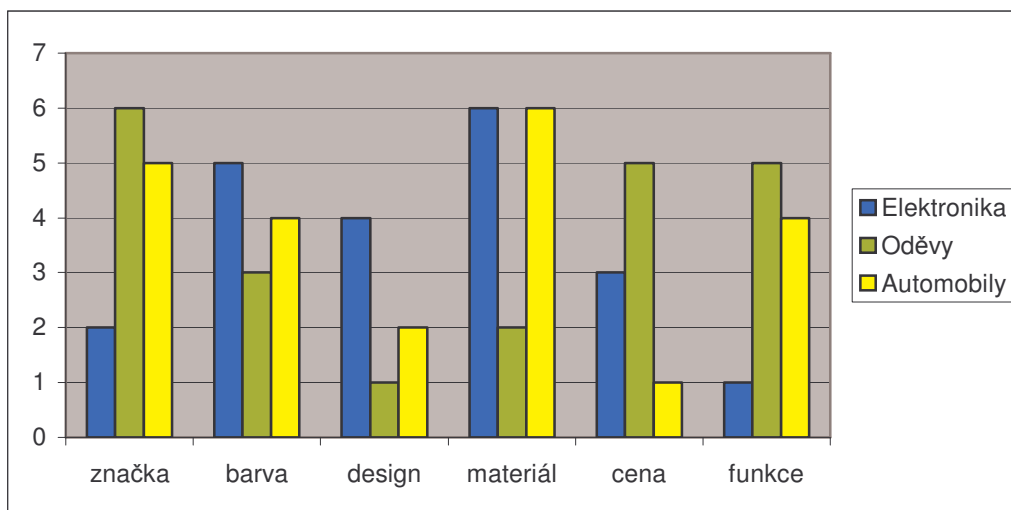
Prostředkem pro získání těchto údajů jsou dva dotazníky, které byly přeloženy do českého jazyka (Příloha 4Příloha 5). Vyhodnocení dotazníků je uvedeno v této části diplomové práce.

Informace byly získávány od 45ti studentů Technické univerzity v Liberci oborů návrhářství, technologie a design, textil. Experimentu se účastnilo 45 žen ve věku 20 - 25 let. Dotazování probíhalo v zimním období měsíců prosinec a leden. Vliv ročního období je jedním z faktorů, které ovlivňují vnímání a preference barev. (viz kapitola 6.3. výzkum preferencí barev).

Dotazníky obsahují dohromady 20 otázek typu otevřených, uzavřených i kombinovaných (definice viz kapitola 6.6.1). Pro tuto diplomovou práci byly dotazníky přeformulovány ze zaměření na spotřební elektroniku na produkty oděvního sortimentu (viz příloha č. 4 a 5). Z dotazníku je vyhodnoceno 9 otázek.

Otázka 1 hodnotí, které z položek (značka, barva, design, materiál, cena, snadná údržba, praktičnost, módnost) jsou pro respondenty rozhodujícím prvkem při nákupu elektroniky, automobilů a oděvů. Položky jsou číslovány podle stupně preference v pořadí 1 až 8, tzn. 1 – nejdůležitější a 8 - nejméně důležitá. Otázka je rozdělena na dvě části. První část je věnována obecně spotřební elektronice, oděvům a automobilům.

Systém hodnocení položek – menší hodnota, vyšší rozhodující prvek při nákupu:

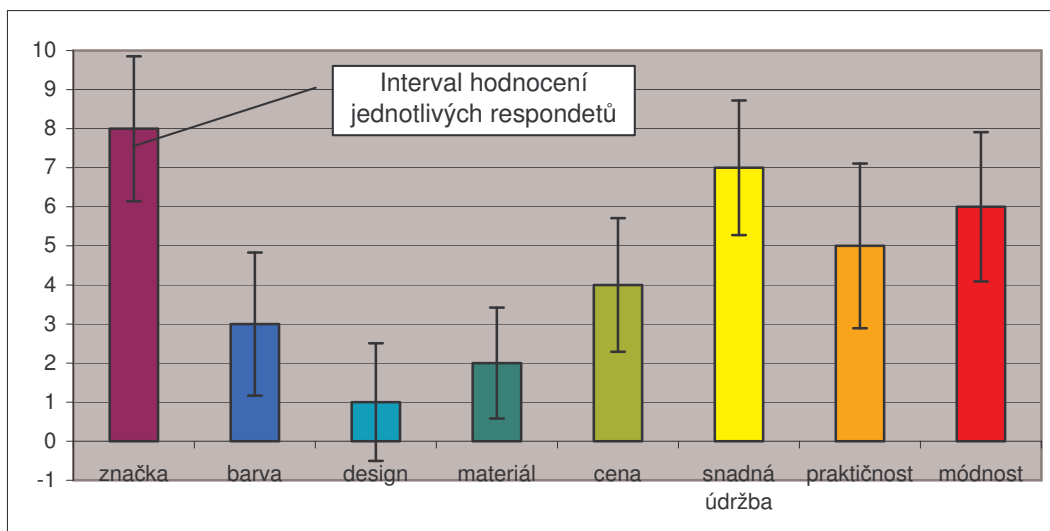


Graf 15: Význam položek v rozhodování respondenta při nákupu výrobku

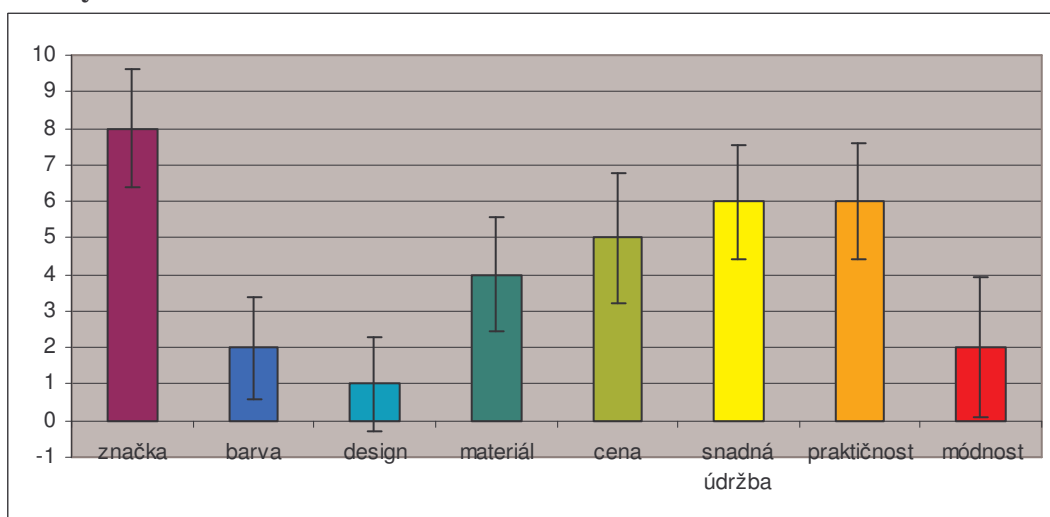
Při nákupu spotřební elektroniky je pro respondenty nejvýznamnějším faktorem „funkce.“ Upřednostňují značku před designem produktu. Design se řadí na první místo u oděvních výrobků a u automobilů je druhém stupni důležitosti. Respondenty byly pouze ženy, a proto by bylo vhodné odpovědi porovnat s hodnocením mužů.

Druhá část se věnuje oděvům rozděleným podle účelu použití a opět se sleduje značka, barva, design, materiál, cena, snadná údržba, praktičnost a módnost.

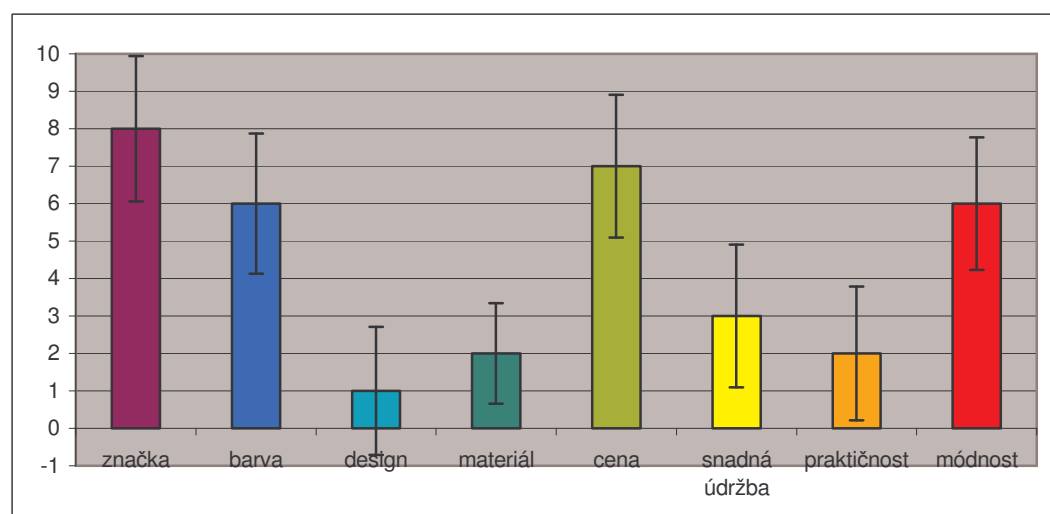
Spodní prádlo



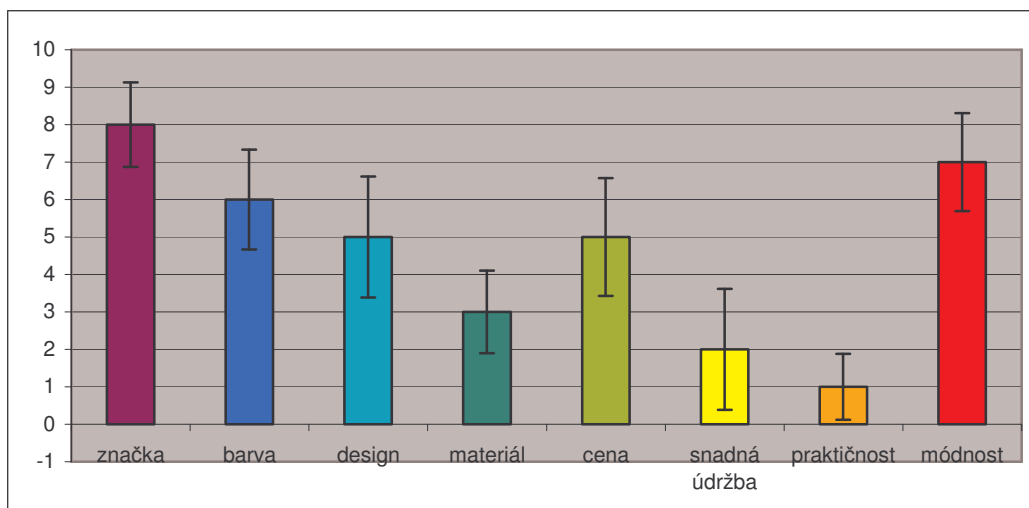
Společenský oděv



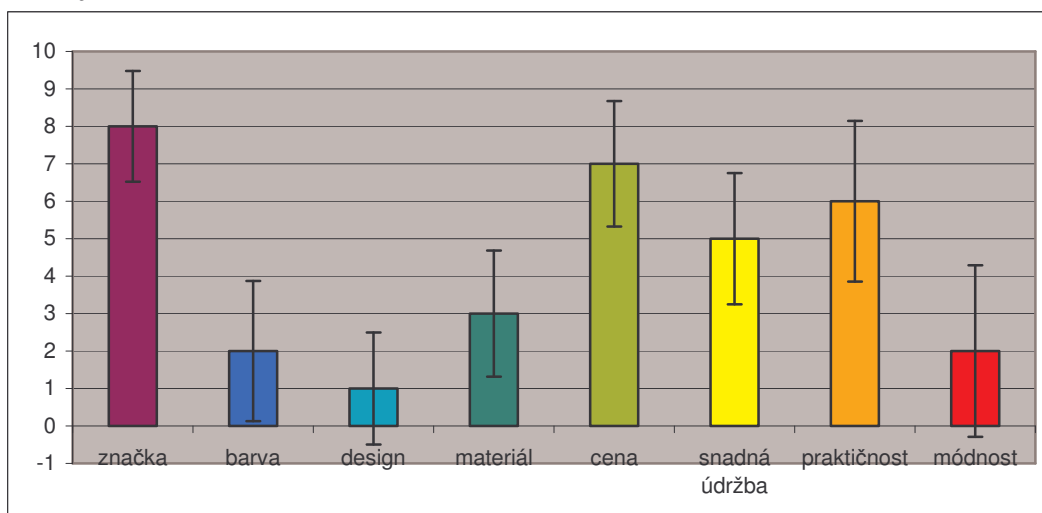
Sportovní oděv



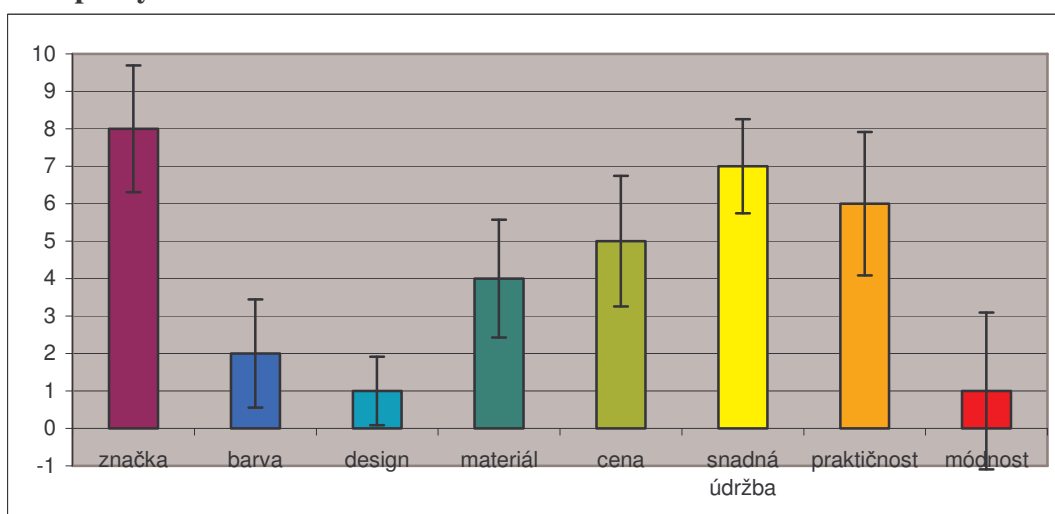
Pracovní oděv



Vycházkový oděv



Oděvní doplňky



Graf 16: Soubor grafů s položkami rozhodování respondenta při nákupu oděvního výrobku

Tab. 5: Nejčastěji volené pořadí důležitosti položek u respondentů.

| | značka | barva | design | materiál | cena | snadná údržba | praktič- nost | módnost |
|-----------------------------|--------|-------|--------|----------|------|------------------|------------------|---------|
| spodní prádlo | 8 | 3 | 1 | 2 | 4 | 7 | 5 | 6 |
| společenský oděv | 8 | 2 | 1 | 4 | 5 | 6 | 6 | 2 |
| sportovní oděv | 8 | 6 | 1 | 2 | 7 | 3 | 2 | 6 |
| pracovní oděv | 8 | 6 | 5 | 3 | 5 | 2 | 1 | 7 |
| vycházkový oděv | 8 | 2 | 1 | 3 | 7 | 5 | 6 | 2 |
| oděvní doplňky | 8 | 2 | 1 | 4 | 5 | 7 | 6 | 1 |
| modus celkem | 8; | 2 | 1 | 2 | 5 | 7 | 6 | 6 |

Z grafů a tabulky vyplývá, že u všech vyjmenovaných druhů oděvů respondenti (potencionální zákazníci) vnímají jako nejdůležitější faktor design a barvu. Tento poznatek ukázal logickou situaci, kdy je při výběrů zboží na prvním místě vizuální hodnocení produktu. Tedy střih, tvar a barva působí na zákazníkův první dojem. Z marketingového pohledu je tento výsledek podnětem pro neustálé sledování a zjišťování preference barev u potencionálních zákazníků.

Dalším faktorem při výběru oděvních výrobků je získat informace o materiálovém složení a ceně. Pokud výrobek zaujme také po tomto kroku, pak podle naší analýzy jsou dalšími rozhodujícími faktory o koupi módnost, praktičnost, způsob údržby a nakonec značka výrobce. Při pohledu na pořadí hodnocení jednotlivých druhů oděvů je vidět, že zákazníci rozlišují oděvy a jejich vlastnosti podle účelu, pro který mají být použity. Např. u sportovního a pracovního oblečení kladou větší důraz na materiál, praktičnost a snadnou údržbu. U oděvních doplňků je to hlavně otázka módy/trendu, tvaru a barvy.

Otázka 2 se zajímá o vliv faktorů (a-g) při nákupu: 1. oděvů, 2. spotřební elektroniky.

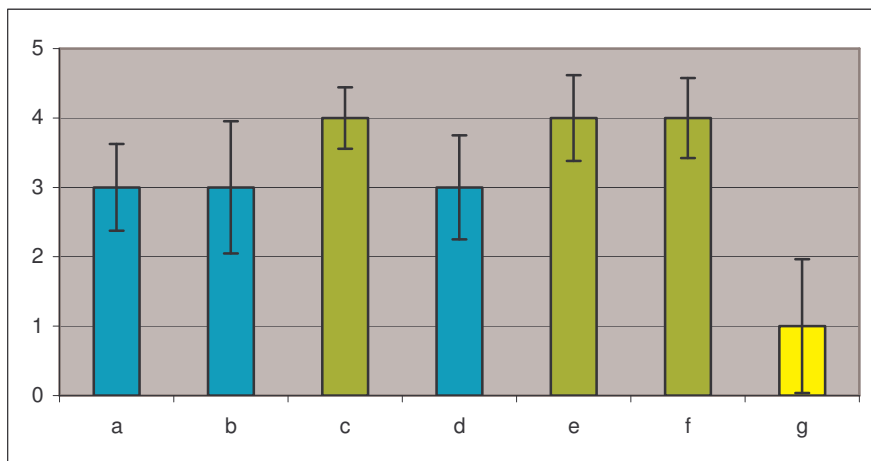
Možnosti 1–4:

4. velký vliv, 3. malý vliv 2. nemá vliv 1. vůbec nemá vliv.

Faktory:

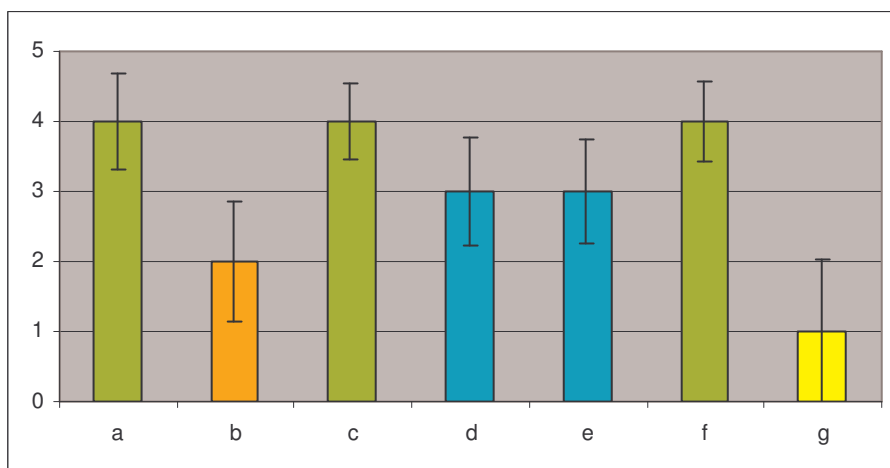
- a. složitost údržby/použití,
- b. výrobek mě brzo přestane bavit,
- c. nízká kvalita,
- d. design, který může rychle vyjít z módy (brzký outfit),
- e. hodnota neodpovídá ceně (nadhodnoceno),
- f. víceúčelná kombinace použití – pro oděvy,
nové funkce mohou brzy zastarat – el. spotřebiče,
- g. názor lidí na můj vkus (výběr).

Oděvy



Graf 17: Míra vlivu faktorů na nákup oděvů

Spotřební elektronika



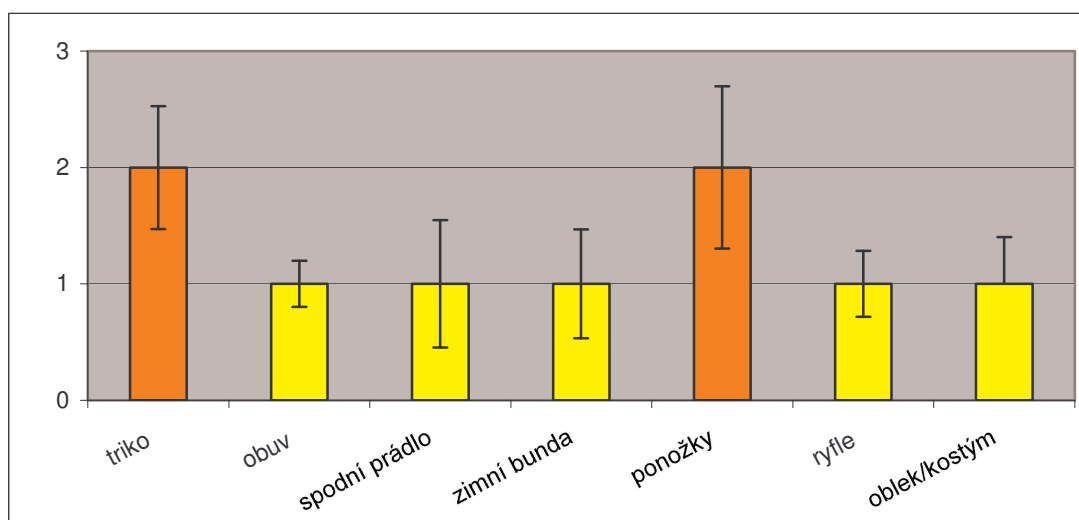
Graf 18: Míra vlivu faktorů na nákup spotřební elektroniky

Naše respondenty před koupí oděvů nejvíce ovlivní cena, zda odpovídá celkové hodnotě – kvalitě výrobku (c), (e). Dále zvažují možnost víceúčelové kombinace použití (f).

U spotřební elektroniky je hlavním sledovaným faktorem složitost údržby a použití (a), kvalita a možnost brzkého zastarání nových funkcí (f). Výrok (b) „výrobek mě brzo přestane bavit“ se jeví jako nevýznamný v rozhodování o pořízení tohoto specifického zboží. Respondenti od výrobku očekávají se samozřejmostí dlouhodobou užitnou hodnotu.

Otázka 3: Respondenti volili výrok 1 - 3, podle kterého by se rozhodli koupit výrobek prostřednictvím internetového a katalogového obchodu.

1. Výrobek koupím pokud jsem ho již fyzicky viděl/la.
2. Výrobek koupím na základě fotografie.
3. Výrobek koupím bez jakéhokoliv znázornění.



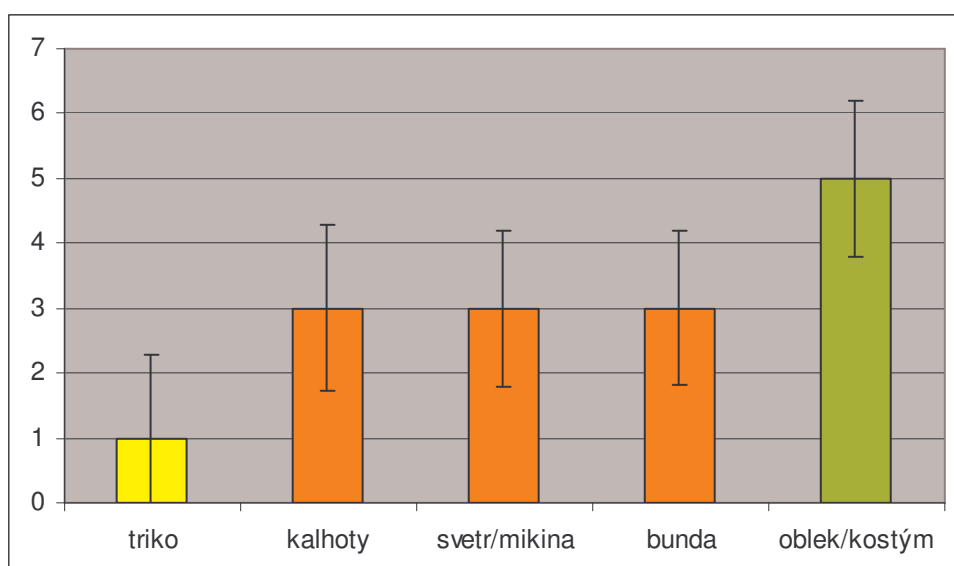
Graf 19: Výroky při rozhodování o způsobu nákupu

Z hodnocení této otázky lze usoudit, že respondenti jsou při nakupování oděvů přes internet či katalog zdrženliví. Přesto, že v dnešní době je tato forma nákupu prezentována jako pohodlná, rychlá a snadná, je zde vidět velká preference kamenných obchodů s možností vyzkoušení výrobku a „odborné“ rady. Dalším možným faktorem preference kamenných obchodů může být osobní jednání např. v případě výměny či reklamace vadného zboží.

Otázka 4: Zde měli respondenti vybrat situaci (1-5) podle toho, jak by postupovali, kdyby jimi vybraný výrobek nebyl k dispozici v preferované barvě.

Dané výroky:

1. Koupím si výrobek v jiné barvě.
2. Koupím jiný podobný výrobek v mé preferované barvě.
3. Jdu do jiného obchodu sehnat výrobek mé preferované barvy.
4. I přes zdržení si výrobek v dané barvě objednám.
5. Nekoupím.



Graf 20: Míra tolerance k preferované barvě výrobku

I přes nabídku širokého barevného sortimentu hraje preferovaná barva při nákupu oděvů rozhodující roli. U elektronických spotřebičů byla převážně volena možnost objednat nebo sehnat výrobek požadované barvy v jiném obchodě. Z grafu můžeme vyčíst, že s rostoucí cenou výrobku kladou zákazníci větší důraz na přísnou preferenci barvy.

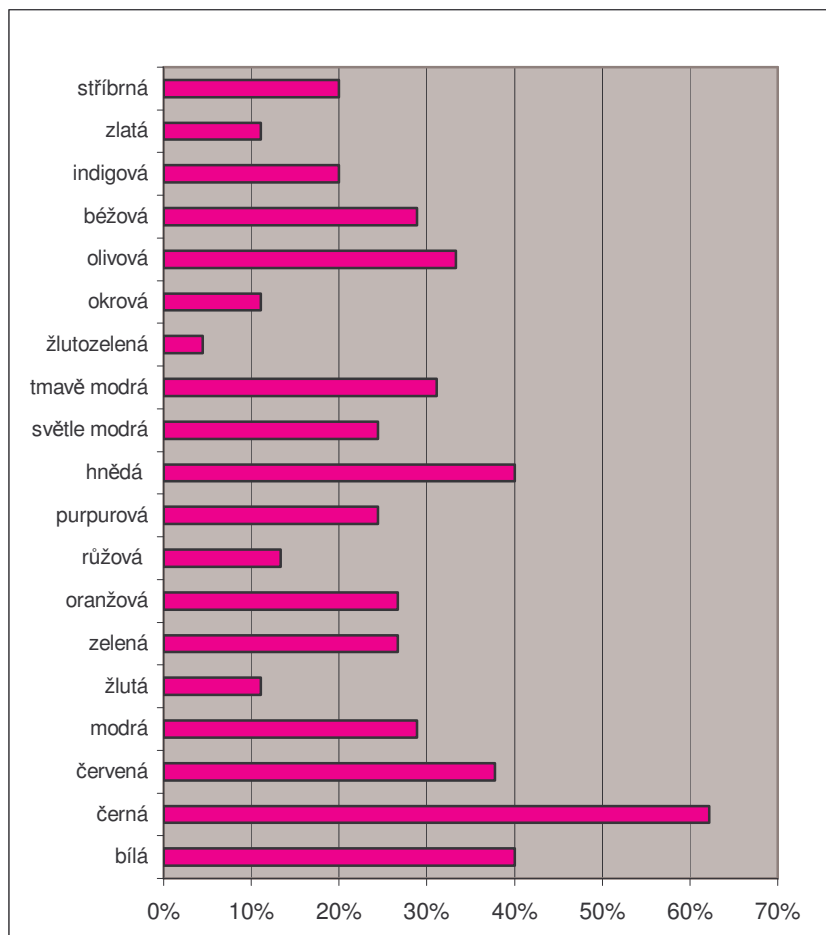
Otázka 5 je otázkou otevřenou. Jde o popis barev přídavnými jmény, které respondenty napadnou při její představě.

Z velmi obsáhlých a pestrých charakteristik jednotlivých barev byly finálně vybrány čtyři výroky s největší četností:

| | |
|---------------------|---|
| Bílá | čistá, nevinná, elegantní, chladná |
| Černá | elegantní, smutná, tajemná, praktická |
| Šedá | smutná, nenápadná, neutrální, chudá |
| Červená | energická, vášnivá, hřejivá, agresivní |
| Modrá | klidná, chladná, příjemná, neutrální |
| Žlutá | veselá, jasná, teplá, sluneční |
| Zelená | uklidňující, přírodní, svěží, jarní |
| Oranžová | teplá, veselá, pozitivní, živá |
| Růžová | sladká, něžná, dívčí, nevinná |
| Purpurová | elegantní, tajemná, hrdá, vznešená |
| Hnědá | přírodní, zemitá, teplá, příjemná |
| Světle modrá | vzdušná, klidná, studená, jemná |
| Tmavě modrá | hluboká, tajemná, námořnická, vážná |
| Žlutozelená | svěží, jasná, jarní, příjemná |
| Okrová | přírodní, hřejivá, zemitá, příjemná |
| Olivová | přírodní, vojenská, uklidňující, příjemná |
| Béžová | neutrální, příjemná, jemná, nevýrazná |
| Indigo | tajemná, hluboká, vznešená, ryflová |
| Zlatá | zářivá, luxusní, bohatá, honosná |
| Stříbrná | chladná, elegantní, slavnostní, zářivá |

Pocity respondentů z testovaných barev se shodují s poznatky uvedenými v odborné literatuře o psychologii barev (viz. kapitola 6.3). Významným důvodem je spojování barvy s přírodou. Např. respondenti spojovali světle modrou barvu s oblohou a mořem, žlutou se sluncem, žlutozelenou s jarem, hnědou s půdou a dřevem, okrovou s pískem a také např. oranžová byla často označena jako pomerančová barva. Potvrzuje se, že vjem barvy je zdrojem vnitřních pocitů člověka.

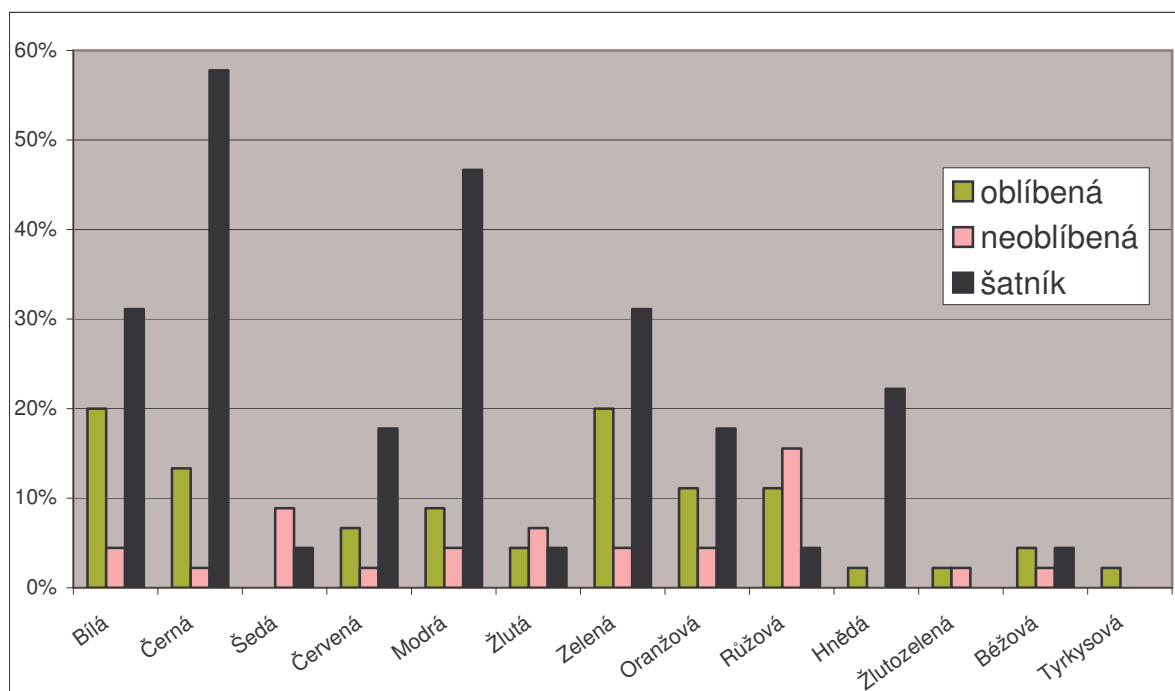
Otázka 6 je věnována pocitu z barvy při nakupování. Respondenti měli zvolit barvu, která je pro ně příjemná při nákupu založeném pouze na názvu barvy a to bez znázornění produktu.



Graf 21: Míra výběru oblíbené barvy založené na jejím názvu

Graf 21 znázorňuje procentuální četnost výběru dané barvy. Nejoblíbenějšími barvami zůstaly klasické barvy černá a bílá, které pravděpodobně poukazují na faktor praktičnosti. Nebo-li zákazník, volbou těchto barev, nemůže jednoduše „nic pokazit.“ Jejich kombinace s ostatními barvami je vždy přijatelná. Na třetí pozici, s téměř stejným procentem výběru jako u bílé je barva hnědá. Velké procento volby hnědé může být zdůvodněno kolekcemi podzim/zima 2006, které byly v tomto období převážně zaměřeny na odstíny hnědé. Malé procento získaly barvy žlutozelená, žlutá a okrová.

Otázka 7, 8, 9: V následujícím grafu jsou společně shrnuty a vyhodnoceny 3 otázky. Na první z nich byli respondenti tázáni na barvu, která převažuje celoročně v jejich šatníku. Další dvě otázky se ptaly na nejoblíbenější a nejméně oblíbenou barvu.



Graf 22: Graf oblíbené a neoblíbené barvy a barvy šatníku

Osa y znázorňuje procento dané barvy volené 45ti respondenty. Dohromady hodnotí růžovou a šedou barvu jako nejméně oblíbenou a nejoblíbenější zelenou a bílou. Žlutá barva se považuje za neoblíbenou, ale přesto se často vyskytuje v šatníku respondentů. Růžová je na tom obdobně. Barva s největším výskytem v šatníku je černá.

ZÁVĚR

Je všeobecně známé, že barva výrobku ovlivňuje zákazníka v jeho výběru. Diplomová práce se snaží zjistit míru tohoto vlivu pomocí dotazníkové metody.

Při vyhodnocení anketních dotazníků bylo zjištěno, že první dojem z výrobku je pro zákazníka prioritní. Tento poznatek je pro výrobce zásadní. Na první dojem působí barva a design (střih, tvar, vzhled). U elektroniky i u oděvů obecně převažují barvy černá a bílá. Obě barvy jsou hodnoceny respondenty jako elegantní, praktické a snadno použitelné v kombinaci s ostatními barvami. Dalšími nejvíce žádanými barvami u elektroniky je stříbrná a šedá, u oděvů je zelená a oranžová.

Po zhodnocení dotazníkových otázek a po prostudování literatury, která se zabývá psychologií barev, dynamikou barev a marketingovou komunikací, lze s jistotou poukázat na význam těchto analýz. Výzkum trhu je důležitý pro následná doporučení firmám a společnostem. Doporučení mohou vést jednak k úspěšným kolekcím výrobků, k uspokojení potřeb zákazníků a samozřejmě k růstu zisků výrobních a obchodních firem. Pro úspěch na celosvětovém trhu je velice podstatné znát charakteristiky, významy a vnímání barev v jednotlivých zemích. Tento experiment je způsob jak tyto informace získat. Výsledky analýzy by mohly být dále diskutovány zejména z marketingového hlediska, pro jehož účel byla také sestavena. To již nebylo předmětem diplomové práce.

Pro další rozvoj zpracovávaného úkolu by bylo vhodné pracovat s větším panelem respondentů obou pohlaví. Analýzy orientovat nejen na jednu věkovou skupinu, ale na všechny generace. Dalším upozorněním a doporučením je více se soustředit na vhodnější formulace otázek při dotazování. Některé typy otázek japonského projektu byly formulovány složitě a nejasně. Nejasné otázky vedly k nejasným odpovědím. Podle doplňujících komentářů je pro respondenty snadnější odpovídat na uzavřené typy otázek s volbou výběru možnosti odpovědi. Otevřené otázky vyžadují vynaložit psychické úsilí, kdežto při vyplňování zaškrťováním předepsaných možností nemusí dlouho nad otázkami uvažovat.

Výsledkem druhého experimentu - porovnávání subjektivních a objektivních barevných diferencí pomocí rovnic CIELAB, CMC (l:c), CIE1994, CIE2000 a OSA-UCS - jsou následující poznatky. Predikce rovnic je vyjádřena korelačním koeficientem a výkonnostním faktorem ve vztahu k vizuálním barevným diferencím. V obou variantách vykazuje rovnice CIE1994 nejlepší predikční schopnost. Naopak nejhorší predikční

schopnosti dosáhla rovnice OSA-UCS. Pravděpodobnou příčinou selhání této rovnice je skutečnost, že data OSA-UCS poskytují relativně malou část barevného prostoru barevných povrchů a predikce rozlišování barev tak není dostatečná viz. Obr. 20, 21.

Horšího výsledku bylo dosaženo také u rovnice CMC(2:1), která poukazuje na problematické vizuální vnímání rozdílů u vyšších barevných odchylek. Důvodem rozdílu predikčních schopností mezi rovnicemi CIE1994 a CMC(2:1) je skutečnost, že každá vychází z jiného modelového přístupu. Rozdíl je také v tolerančních rozmezích elipsoidů. Rovnice CIE1994 má toto toleranční rozmezí obecně větší.

Pro další rozvoj zpracovávaného téma opět doporučuji shromažďovat data s širším panelem respondentů a také použít větší soubor barevných vzorků. Dalším návrhem je posuzování barevných odchylek u různých povrchů a jejich pozorování pod více druhy osvětlení.

Zajímavým tématem by bylo porovnat barevný vjem, barvosit a vizuální barevné difference i barevné preference u respondentů obývajících různé části kontinentů. Mapy poznatků s podkladem reliéfu světadílů by vytvářely zajímavý obraz.

LITERATURA

- [1] Kolektiv autorů: Měření barevnosti a jeho využití v koloristické praxi; Československý kolorista, 1976.
- [2] Fraser, B., Murphy, C., Buting, F.: Správa barev; Computer Press, Brno, 2003.
- [3] Pleskotová P.: Svět barev, 1.vydání, Albatros, Praha 1987.
- [4] <http://www.color-tec.com/color.htm>
- [5] <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>
- [6] Vik, M.: Základy měření barevnosti I. díl, Technická univerzita v Liberci; 1995
- [7] Vik, M.: Doplnky k předmětu „Měření barevnosti a vzhledu,“ 1996.
- [8] Rudolf, J.: Subjektivní a objektivní hodnocení barevných odchylek – CIE 2000. Diplomová práce, TU Liberec, 2004.
- [9] <http://www.grafika.cz/obecne/pruvodci/cms.htm>
- [10] Koudelka, M.: Měření barevnosti ve stavební praxi, Tepelná ochrana budov, [cit. 05/2002]. Dostupné z: <http://www.stavebni-chemie.cz/files/clanky/8.pdf>.
- [11] Čerba, O.: Přednášky z předmětu Počítačová kartografie, Západočeská univerzita, Fakulta aplikovaných věd, Katedra matematiky. Dostupné z: <http://gis.zcu.cz/studium/pok/Materialy/Book/index.html>.
- [12] Billmeyer, F. W. Jr., Saltzman, M. : Principles of Color Technology, III. Ed., John Wiley & Sons Inc., 2000.
- [13] Vik, M.: Měření Barevnosti a Vzhledu – Barevné Odchyly; TU Liberec, 2003.
- [14] <http://handprint.com/HP/WCL/wcolor.html>, [cit. MacAvoy, B., 2007].
- [15] Světlo: časopis pro světelnou techniku a osvětlování, č. 4/2001. Dostupné z: www.odbornecasopisy.cz/download/sv040112.pdf.
- [16] Kobayasi, M., Yosiki, K.: An Effective Conversion Algorithm from OSA-UCS to CIEXYZ. IX. Kongres AIC, 06/2001, Rochester, USA. Dostupné z: http://www.iscc.org/aic2001/abstracts/oral/Kobayasi_Yosiki.pdf.
- [17] Moroney, N.: A Radial Sampling of the OCA UCS. 11th IS&T/SID Color Imaging Conference, 11/2003, Arizona, USA. Dostupné z: http://www.hpl.hp.com/personal/Nathan_Moroney/cic11-rad-osa_ucs.pdf.
- [18] Richter, K.: Computergrafik und Farbmetrik, VDE-Verlag, Berlin, 1996.
- [19] Richter, M. : Einfuehrung in die Farbmetrik, Walter de Gruyter Berlin, 1976.
- [20] Vyhlasová, J.: Průmyslové posudky barevných diferencí. Diplomová práce, TU Liberec, 1999.
- [21] Hunter Associates Laboratory: Color Theory - CMC, Vol. 8, No. 13, 10/1996. Dostupné z: http://www.hunterlab.com/appnotes/an10_96ar.pdf.

- [22] Marguier, J., Süssstrunk, S.: Color matching functions for a perceptually uniform RGB space. CIE conference, Ottawa, Kanada, 03/2006. Dostupné z: <http://www.iscc.org/jubilee2006/abstracts/SusstrunkAbstract.pdf>.
- [23] Imai, F. H., Rosen, M. R. a Berns, R. S.: Comparative Study of Metrics for Spectral Match Quality. 1. konference CGIV 2002, USA. Dostupné z: http://www.art-si.org/PDFs/Metric/Imai_CGIV2000.pdf.
- [24] Hunter Associates Laboratory: Establishing Instrumental Color Difference Tolerances for Your Products, Vol. 17, No. 12, 12/2005. Dostupné z: http://www.hunterlab.com/appnotes/an12_05.pdf.
- [25] Zmeškal, O., Čeppan, M., Dzik, P.: Barevné prostory a správa barev, 10/2002. Dostupné z: http://www.fch.vutbr.cz/lectures/imagesci/download/stud06_rozn02.pdf.
- [26] Technické normy ČSN, Textilní suroviny a výrobky, Zkoušení stálosti vybarvení textilních surovin a výrobků. Dostupné z: <http://www.technicke-normy-csn.cz/>.
- [27] <http://www.uniware.cz/clanky/deltae94.htm>
- [28] Melgosa, M., Huertas, R., Berns R. S.: Relative significance of the terms in CIE2000 and CIE94 color-difference formulas. Optical Society of America Journal, Volume 21, Issue 12, pp. 2269-2275 (2004).
- [29] Jančovič, A.: Vnímání barev. Diplomová práce, Masarykova univerzita v Brně, 2005.
- [30] Weberová, A.: Barvy v komunikaci, [cit. 6.11.2006]. Dostupné z: http://www.metrostav.cz/cz/aktuality/aktualni_informace/detail?id=1401.
- [31] Beránková, E.: Kupní chování a loajalita zákazníků firmy Country Life. Diplomová práce, TU Liberec, 2006.
- [32] Simová, J.: Marketingový výzkum trhu, TU Liberec 1997, ISBN 80 – 7083-201-0.
- [33] Vik, M.: Příspěvek k problematice výpočtu malých bar. odchylek. Doktorská disertační práce, TU Liberec, 2004.
- [34] Chou, W., Lin, H., Luo, M. R. a kolektiv: Performance of lightness difference formulae; Color. Technol., 117 (2001) 19-29.
- [35] Sato, T.: JSPS Project No.18300246 , Micro-symposium on Colour Research and Application, 8. September 2006, Kyoto, Japan.

PŘÍLOHY

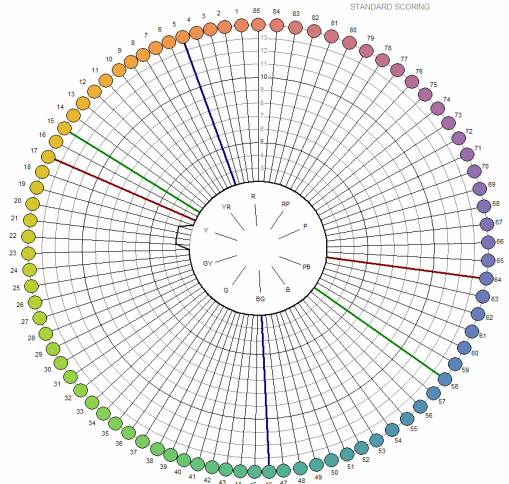
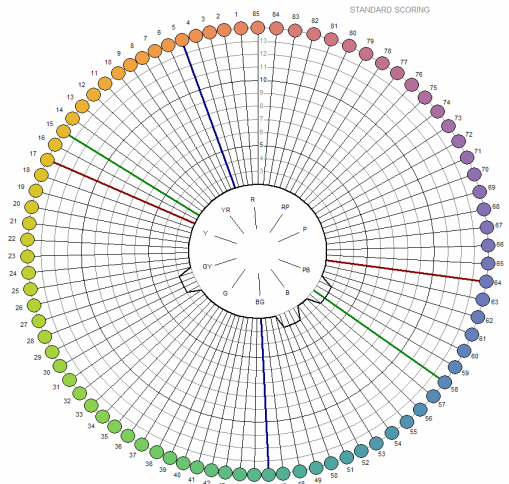
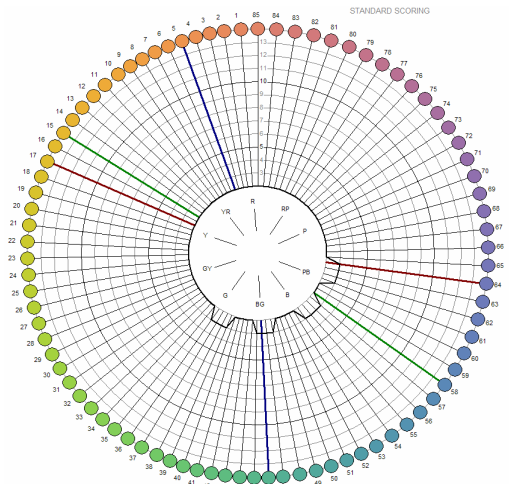
SEZNAM PŘÍLOH

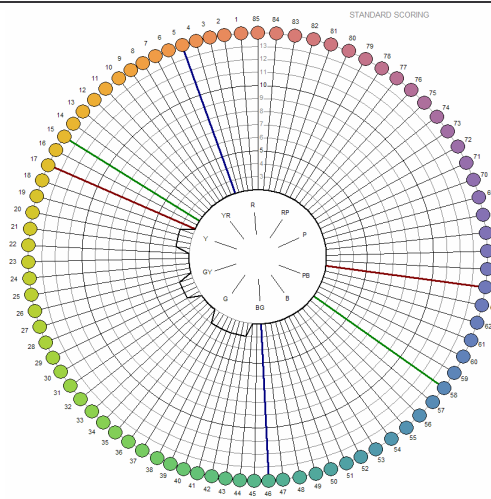
- Příloha 1: Polární diagramy Farnsworth – Munsell 100 – Hue testu.
- Příloha 2: Korelační koeficienty a hodnoty vizuálních a naměřených barevných odchylek daných diferenčních rovnic.
- Příloha 3: Projekce dat okolo barevných center.
- Příloha 4: Dotazníky 1 a 2 zaměřené na spotřební elektroniku.
- Příloha 5: Dotazníky 1 a 2 zaměřené na oděvní sortiment.

Příloha 1

Polární diagramy Farnsworth – Munsell 100 – Hue testu.

1. skupina – nejlepší rozlišovací schopnost barev

| | |
|---|---|
|  | <p>ANALYSIS Subject - 1 Reference - K003 Date of test - 02-01-2007 Comments - TMI</p> <p>Total error score (TES) = 4 Square root (TES) = 2.0 Classification = Superior discrimination Suggested Diagnosis - Normal</p> |
|  | <p>ANALYSIS Subject - 2 Reference - D004 Date of test - 12-11-2006 Comments - DP student</p> <p>Total error score (TES) = 12 Square root (TES) = 3.46 Classification = Superior discrimination Suggested Diagnosis - Normal</p> |
|  | <p>ANALYSIS Subject - 3 Reference - K004 Date of test - 02-01-2007 Comments - KTT</p> <p>Total error score (TES) = 16 Square root (TES) = 4.0 Classification = Superior discrimination Suggested Diagnosis - Normal</p> |



ANALYSIS

Subject - 4

Reference - D005

Date of test - 12-11-2006

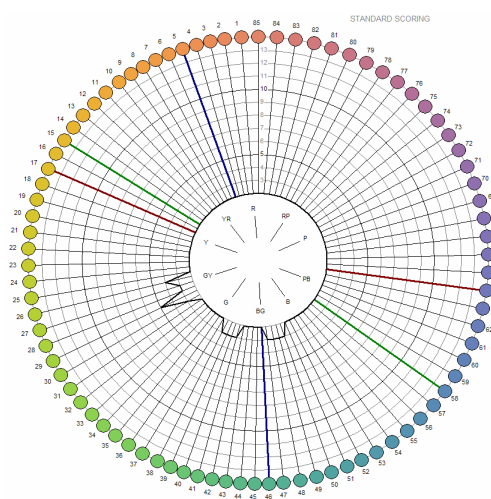
Comments - DP

Total error score (TES) = 16

Square root (TES) = 4.0

Classification = Superior discrimination

Suggested Diagnosis - Normal



ANALYSIS

Subject - 5

Reference - D014

Date of test - 12-17-2006

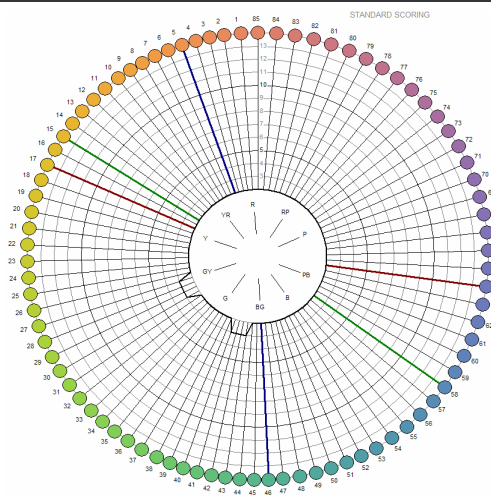
Comments - fa textilní ODE

Total error score (TES) = 16

Square root (TES) = 4.0

Classification = Superior discrimination

Suggested Diagnosis - Normal



ANALYSIS

Subject - 6

Reference - K001

Date of test - 02-01-2007

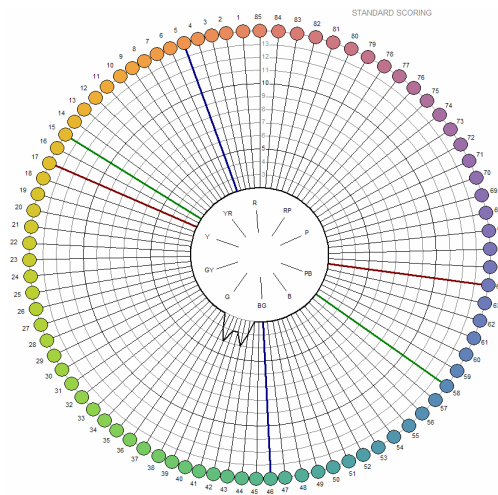
Comments - Architektura

Total error score (TES) = 8

Square root (TES) = 2.83

Classification = Superior discrimination

Suggested Diagnosis - Normal



ANALYSIS

Subject - 7

Reference - K001

Date of test - 02-26-2007

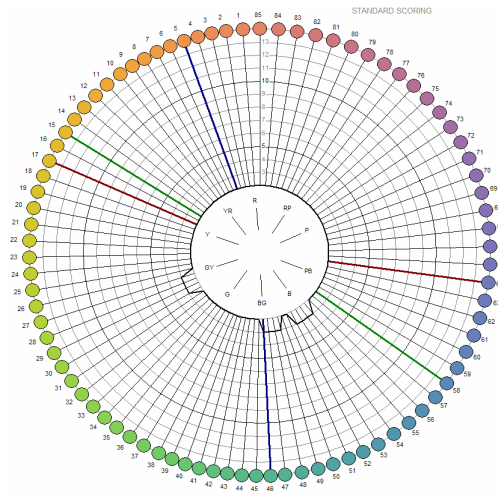
Comments - FS

Total error score (TES) = 8

Square root (TES) = 2.83

Classification = Superior discrimination

Suggested Diagnosis - Normal



ANALYSIS

Subject - 8

Reference - D017

Date of test - 12-17-2006

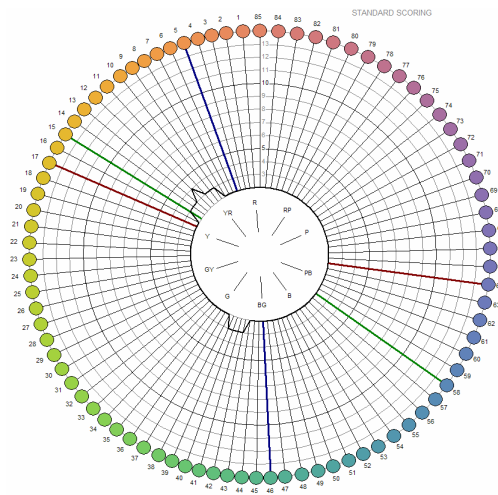
Comments - fa textilní RJA

Total error score (TES) = 12

Square root (TES) = 3.46

Classification = Superior discrimination

Suggested Diagnosis - Normal



ANALYSIS

Subject - 9

Reference - D012

Date of test - 12-17-2006

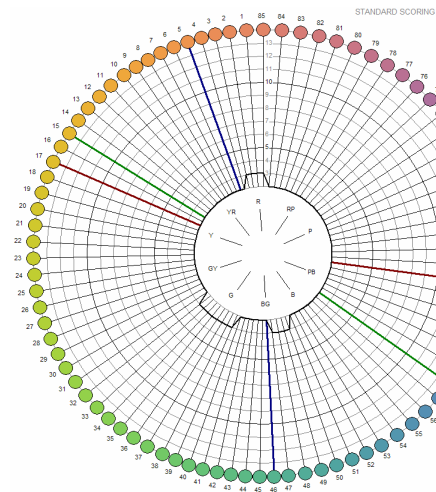
Comments - DP

Total error score (TES) = 12

Square root (TES) = 3.46

Classification = Superior discrimination

Suggested Diagnosis - Normal



ANALYSIS

Subject - 10

Reference - D008

Date of test - 12-12-2006

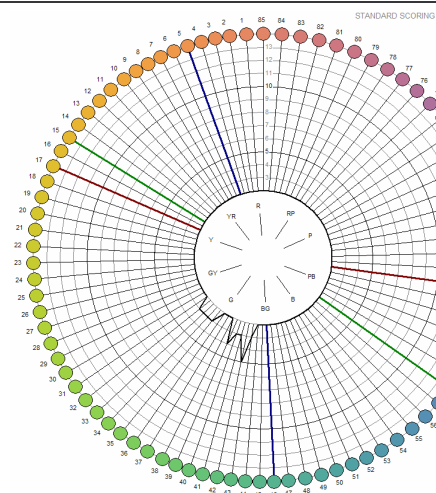
Comments - DP

Total error score (TES) = 16

Square root (TES) = 4.0

Classification = Superior discrimination

Suggested Diagnosis - Normal



ANALYSIS

Subject - 11

Reference - D003

Date of test - 12-11-2006

Comments - PhD student

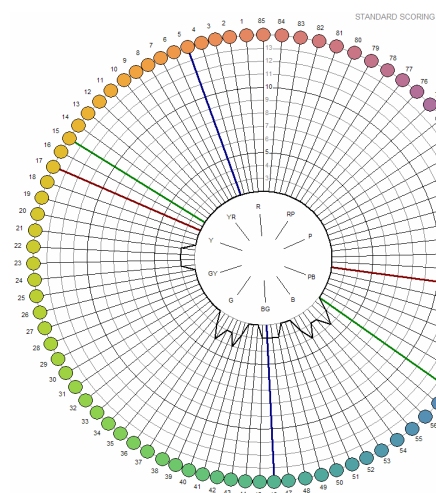
Total error score (TES) = 12

Square root (TES) = 3.46

Classification = Superior discrimination

Suggested Diagnosis - Normal

2. skupina – průměrná rozlišovací schopnost barev



ANALYSIS

Subject - 12

Reference - D015

Date of test - 12-17-2006

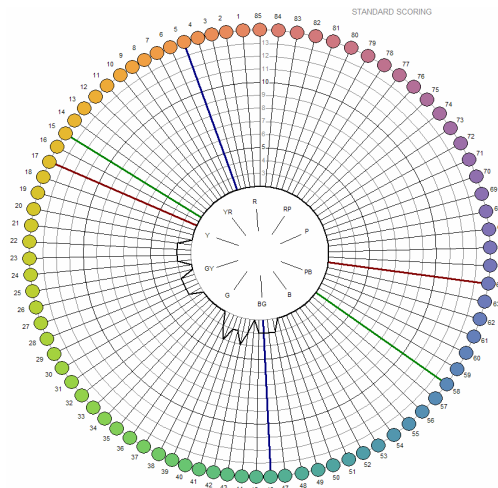
Comments - fa strojní

Total error score (TES) = 24

Square root (TES) = 4.9

Classification = Average discrimination

Suggested Diagnosis - Normal



ANALYSIS

Subject - 13

Reference - D015

Date of test - 12-17-2006

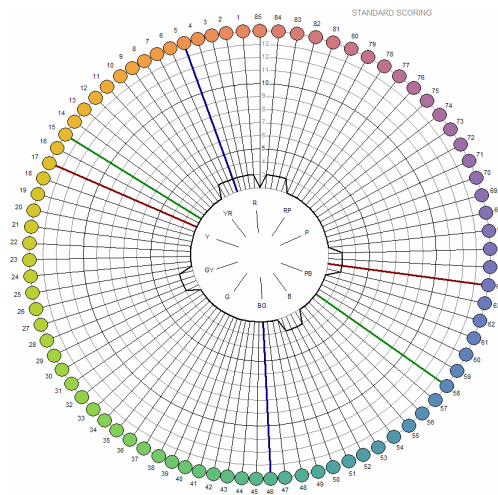
Comments - fa strojní

Total error score (TES) = 20

Square root (TES) = 4.47

Classification = Average discrimination

Suggested Diagnosis - Normal



ANALYSIS

Subject - 14

Reference - K001

Date of test - 02-01-2007

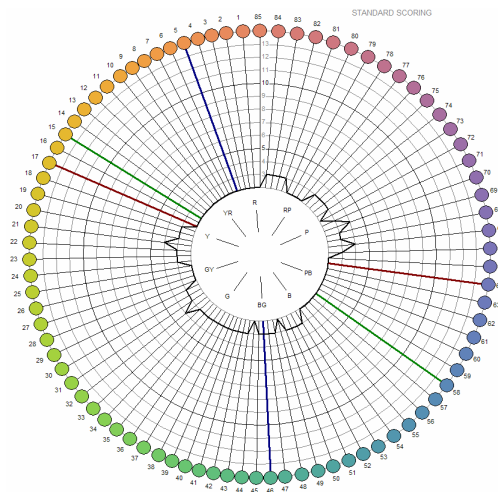
Comments - Ústav zdravotnických studií

Total error score (TES) = 24

Square root (TES) = 4.9

Classification = Average discrimination

Suggested Diagnosis - Normal



ANALYSIS

Subject - 15

Reference - D007

Date of test - 12-12-2006

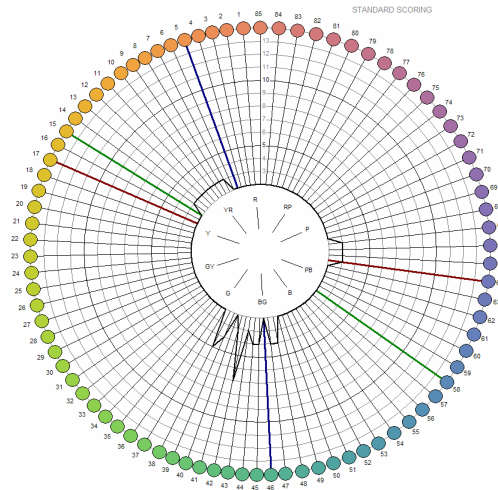
Comments - DP

Total error score (TES) = 48

Square root (TES) = 6.93

Classification = Average discrimination

Suggested Diagnosis - Normal



ANALYSIS

Subject - 16

Reference - D016

Date of test - 12-17-2006

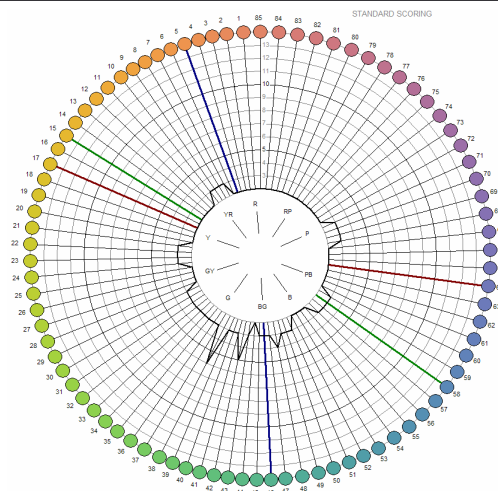
Comments - Socrates

Total error score (TES) = 32

Square root (TES) = 5.66

Classification = Average discrimination

Suggested Diagnosis - Normal



ANALYSIS

Subject - 17

Reference - D006

Date of test - 12-11-2006

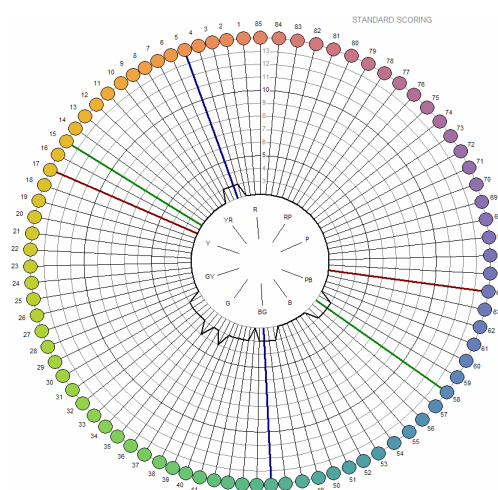
Comments - RTP

Total error score (TES) = 44

Square root (TES) = 6.63

Classification = Average discrimination

Suggested Diagnosis - Normal



ANALYSIS

Subject - 18

Reference - D007

Date of test - 12-11-2006

Comments - RTP

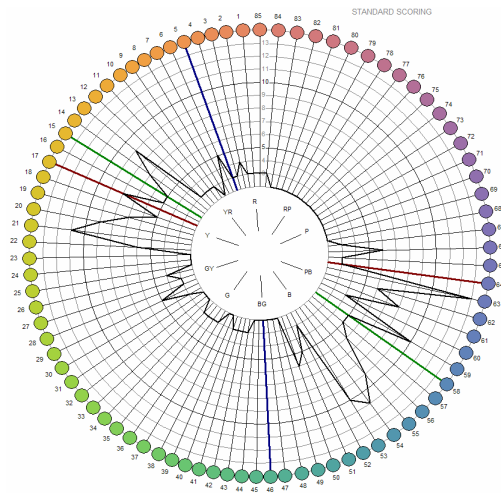
Total error score (TES) = 28

Square root (TES) = 5.29

Classification = Average discrimination

Suggested Diagnosis - Normal

3. skupina – slabé rozlišování barev (deuteranopický defekt)



ANALYSIS

Subject - 19

Reference - D018

Date of test - 12-17-2006

Comments - fa textilní KMT

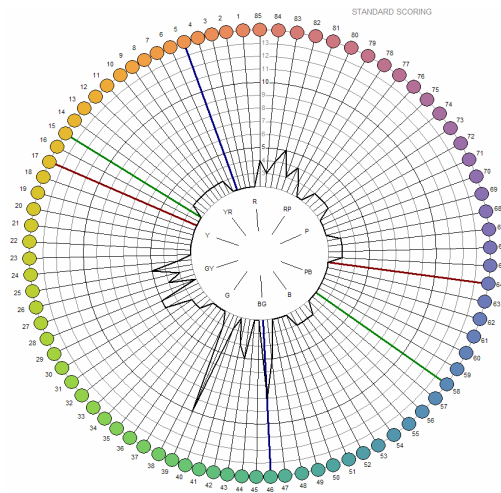
Total error score (TES) = 164

Square root (TES) = 12.81

Classification = Low discrimination

Suggested Diagnosis - ? Deutan defect

4. skupina – nerozhodné rozlišování barev



ANALYSIS

Subject - 20

Reference - D013

Date of test - 12-17-2006

Comments - fa strojní

Total error score (TES) = 72

Square root (TES) = 8.49

Classification = Average discrimination

Suggested Diagnosis - Unresolved

Příloha 2

Korelační koeficienty a hodnoty vizuálních a naměřených barevných odchylek daných
diferenčních rovnic.

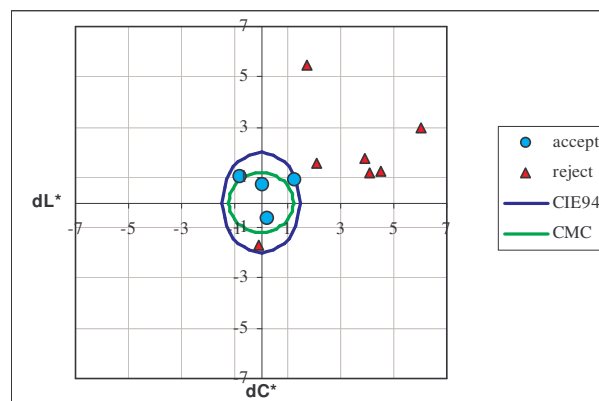
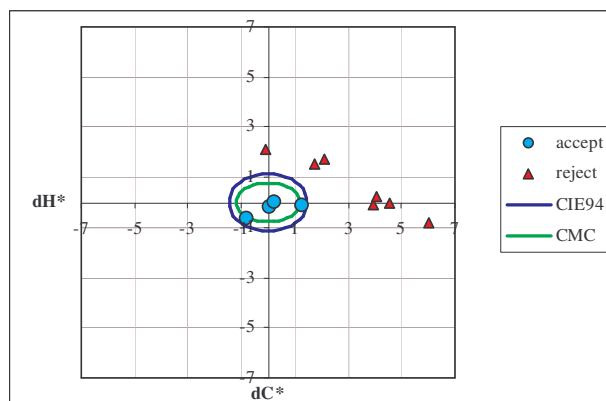
| Korel. koef. dV a dE | | 1 | 0,91473 | 0,907345 | 0,933804 | 0,925078 | 0,906 |
|--|------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| Název vzorku | Kód vzorku | 1.skupina | CIELAB | CIE942 | CMC2 | OSA-UCS | CIE2000 |
| | | dV | dE* | dE | dE | dE | dE |
| světle modrá barva standard: 592 | 128 | 8,387347 | 10,89055 | 6,398006 | 7,52973 | 1.8578644 | 4,985364 |
| | 501 | 5,920969 | 7,755733 | 4,543257 | 5,338813 | 1.2575186 | 3,742431 |
| | 500 | 3,650215 | 4,70419 | 2,700288 | 3,126601 | 0.8203532 | 2,542314 |
| | 191 | 4,661129 | 6,48637 | 3,751678 | 4,370055 | 1.0991405 | 3,232884 |
| | 230 | 4,59636 | 4,802603 | 2,771351 | 3,221948 | 0.8815713 | 2,518979 |
| | 499 | 5,835772 | 7,509547 | 4,339836 | 5,046316 | 1.2399559 | 3,804269 |
| | 647 | 10,89223 | 10,45951 | 5,400919 | 5,382012 | 2.6807265 | 9,413901 |
| | 307 | 2,798655 | 3,312295 | 1,938089 | 2,270411 | 0.5822852 | 2,142726 |
| | 262 | 0,941163 | 0,939894 | 0,498601 | 0,517065 | 0.2066914 | 0,837132 |
| | 1792 | 1,223438 | 1,360184 | 1,081727 | 1,459068 | 0.2148688 | 1,56951 |
| | 505 | 4,853625 | 5,088546 | 2,774311 | 3,012189 | 1.1406412 | 3,89285 |
| | 538 | 1,106116 | 1,057071 | 0,609879 | 0,708849 | 0.1751171 | 0,60781 |
| | 229 | 5,474871 | 5,900212 | 3,250746 | 3,483127 | 1.4090388 | 5,779563 |
| | 591 | 0,764961 | 1,057071 | 0,609879 | 0,708849 | 0.1751171 | 0,60781 |
| | 261 | 7,314363 | 6,998171 | 3,948576 | 4,45882 | 1.2928555 | 5,246657 |
| | 268 | 2,608065 | 2,951965 | 1,590876 | 1,700291 | 0.5898532 | 2,414819 |
| tmavě modrá barva standard: 1749 | 1731 | 4,423549 | 4,702276 | 3,167903 | 3,882662 | 0.8221014 | 3,030335 |
| | 1834 | 3,681563 | 3,152221 | 2,236216 | 3,184294 | 0.5566741 | 2,981335 |
| | 328 | 4,656747 | 4,307401 | 2,836343 | 3,567389 | 0.8122813 | 2,807365 |
| | 1279 | 7,98018 | 6,769372 | 4,441143 | 5,665 | 1.3354332 | 4,339936 |
| | 704 | 1,094071 | 1,548451 | 0,973999 | 1,289136 | 0.3174787 | 1,048503 |
| | 586 | 1,244962 | 0,737157 | 0,384527 | 0,641577 | 0.1740907 | 0,537828 |
| | 1732 | 4,542102 | 4,2508 | 2,86316 | 3,519022 | 0.7335178 | 2,760106 |
| | 1734 | 3,299914 | 2,720386 | 2,036041 | 3,165391 | 0.5124779 | 3,144599 |
| | 1860 | 0,615678 | 0,648922 | 0,342027 | 0,549972 | 0.1419444 | 0,449661 |
| | 1868 | 7,181253 | 5,951958 | 3,270769 | 5,252671 | 1.3926072 | 4,557474 |
| | 739 | 1,141683 | 1,439792 | 0,916157 | 1,349416 | 0.2542932 | 1,202345 |
| | 709 | 0,463572 | 0,681542 | 0,399078 | 0,595699 | 0.1521092 | 0,504654 |
| | 719 | 1,248447 | 1,788519 | 1,170009 | 1,732994 | 0.3101261 | 1,567776 |
| | 741 | 1,458672 | 2,480867 | 1,297062 | 2,095119 | 0.5520148 | 1,72988 |
| | 302 | 4,188046 | 3,790066 | 2,661547 | 3,784178 | 0.7467053 | 3,455856 |
| | 303 | 3,713238 | 3,563201 | 2,526075 | 3,663623 | 0.7099307 | 3,389799 |
| | 740 | 1,799115 | 2,171405 | 1,244009 | 2,027077 | 0.4798897 | 1,790384 |
| | 1829 | 5,115018 | 4,529658 | 3,337402 | 4,436581 | 0.7240493 | 4,058851 |
| | 306 | 3,566043 | 3,514911 | 2,373565 | 3,233842 | 0.6897712 | 2,850139 |
| | 1748 | 1,145025 | 1,85324 | 1,097124 | 1,599043 | 0.416979 | 1,330641 |
| starorůžová barva standard: 1016 | 304 | 3,612955 | 3,395085 | 2,346201 | 3,321387 | 0.6776521 | 3,004694 |
| | 1869 | 4,683173 | 4,656125 | 2,730644 | 4,28311 | 0.9937733 | 3,772492 |
| | 1013 | 3,167489 | 4,192374 | 2,17141 | 2,217824 | 0.9019601 | 3,657167 |
| | 1375 | 11,2145 | 10,89876 | 6,184864 | 6,747069 | 2.6619333 | 9,79749 |
| | 1017 | 0,614042 | 0,605805 | 0,411241 | 0,507456 | 0.1088556 | 0,450249 |
| | 346 | 0,749089 | 1,627391 | 0,980129 | 1,124206 | 0.3446831 | 1,410849 |
| | 1374 | 11,2145 | 10,92491 | 6,198734 | 6,831338 | 2.5975973 | 9,455873 |
| | 1015 | 3,542825 | 4,43857 | 2,446446 | 2,599508 | 1.0590736 | 4,101704 |

| | | | | | | | |
|--------------------------------|------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| růžová barva standard: 9 | 1010 | 2,211694 | 3,595567 | 1,819876 | 1,753741 | 0.843654 | 3,39591 |
| | 1014 | 2,940744 | 4,108698 | 2,118254 | 2,078337 | 0.9790145 | 3,889377 |
| | 1012 | 1,837344 | 2,631919 | 1,453057 | 1,665222 | 0.4775216 | 1,86275 |
| | 1011 | 4,173419 | 5,325937 | 2,682776 | 2,537642 | 1.2909893 | 5,082026 |
| | 347 | 4,084029 | 5,754702 | 2,882999 | 2,700831 | 1.4016269 | 5,497003 |
| | 495 | 1,226826 | 2,188013 | 1,485921 | 1,70313 | 0.4258485 | 1,497432 |
| | 60 | 0,209003 | 0,45793 | 0,270748 | 0,316777 | 0.081632 | 0,274847 |
| | 490 | 2,898727 | 3,522414 | 1,765612 | 1,606855 | 0.7997239 | 2,444214 |
| | 1793 | 1,416805 | 1,712454 | 1,239283 | 1,453952 | 0.3110272 | 1,181032 |
| | 1371 | 11,3295 | 11,36462 | 5,89155 | 4,928762 | 3.0508108 | 9,097312 |
| | 496 | 2,468074 | 3,180597 | 2,022131 | 2,222236 | 0.6741139 | 2,229809 |
| | 497 | 0,85857 | 1,805547 | 1,027263 | 1,188972 | 0.3430841 | 1,107098 |
| | 498 | 1,129815 | 2,511513 | 1,699324 | 2,00836 | 0.4374988 | 1,678928 |
| | 42 | 2,81699 | 3,94672 | 1,961865 | 1,857359 | 0.8694797 | 2,661294 |
| | 494 | 5,390396 | 5,12529 | 2,566692 | 2,447028 | 1.1356498 | 3,445464 |
| | 493 | 6,262659 | 5,12529 | 2,566692 | 2,447028 | 1.1356498 | 3,445464 |
| červená barva standard: 213 | 1212 | 5,234324 | 6,154104 | 2,625613 | 3,077471 | 1.0924424 | 2,76792 |
| | 1586 | 4,71806 | 5,157616 | 2,818184 | 3,424668 | 1.057348 | 3,531766 |
| | 240 | 9,570121 | 9,86401 | 4,644848 | 5,482236 | 2.037839 | 5,306105 |
| | 1650 | 4,253301 | 4,258521 | 1,854444 | 2,250225 | 0.7535353 | 2,222275 |
| | 1497 | 1,633033 | 1,964536 | 0,945595 | 1,119783 | 0.3766757 | 1,034626 |
| | 214 | 1,168331 | 2,273719 | 1,216531 | 1,517972 | 0.5096309 | 1,621977 |
| | 745 | 0,444412 | 1,748742 | 0,719544 | 0,864643 | 0.3660972 | 0,788463 |
| | 1498 | 1,404946 | 2,223915 | 1,02073 | 1,218047 | 0.4398988 | 1,141156 |
| | 1176 | 0,973152 | 1,483712 | 0,757037 | 0,878378 | 0.2844862 | 0,761703 |
| | 1505 | 2,66762 | 3,210062 | 1,723149 | 2,110608 | 0.6788359 | 2,157713 |
| | 1231 | 1,57279 | 1,911518 | 0,915889 | 1,144357 | 0.3838469 | 1,204103 |
| | 1003 | 5,773626 | 6,438517 | 3,797009 | 4,345073 | 0.9430843 | 3,734554 |
| | 1588 | 4,911373 | 5,986501 | 3,322396 | 3,891538 | 1.0607284 | 3,581587 |
| | 1001 | 3,648637 | 4,083589 | 2,6099 | 2,972086 | 0.5695346 | 2,571992 |
| | 1278 | 8,131438 | 8,243792 | 4,278357 | 5,090637 | 1.5730859 | 4,841411 |
| | 431 | 5,652666 | 7,008745 | 3,782126 | 4,348337 | 1.0675512 | 3,663157 |
| | 998 | 5,591229 | 7,284326 | 3,957498 | 4,554061 | 1.1274267 | 3,862463 |
| | 997 | 4,420996 | 5,64614 | 3,301767 | 3,775063 | 0.7978214 | 3,220274 |
| | 1000 | 4,557445 | 5,873849 | 3,328867 | 3,813829 | 0.8609199 | 3,239073 |
| | 570 | 8,103 | 9,337548 | 4,636796 | 5,667132 | 1.9556691 | 5,81885 |
| | 1794 | 5,443312 | 6,289634 | 3,566539 | 4,092821 | 0.9498165 | 3,500472 |
| | 999 | 4,200409 | 5,508875 | 3,284648 | 3,755848 | 0.7613576 | 3,229299 |
| | 1002 | 4,633922 | 5,972755 | 3,455792 | 3,953785 | 0.8459474 | 3,367583 |
| hnědá standard: 250 | 743 | 1,103074 | 1,600437 | 1,017855 | 1,339521 | 0.2208613 | 1,045604 |
| | 906 | 0,617226 | 0,844808 | 0,472045 | 0,743692 | 0.1870888 | 0,673181 |
| | 975 | 0,398147 | 0,333017 | 0,23022 | 0,414827 | 0.0648713 | 0,315477 |
| | 907 | 0,323581 | 0,868907 | 0,521396 | 0,631159 | 0.1498545 | 0,601173 |
| | 248 | 1,358534 | 1,971421 | 1,05317 | 1,50937 | 0.446912 | 1,485604 |
| | 243 | 0,786922 | 0,6179 | 0,497051 | 1,001887 | 0.0887096 | 0,580502 |
| | 1627 | 4,901421 | 2,554075 | 1,607638 | 2,517604 | 0.4644876 | 1,882104 |
| | 1725 | 6,81755 | 3,910013 | 2,332717 | 3,475859 | 0.7682953 | 2,905348 |
| | 582 | 5,625106 | 4,713534 | 2,362558 | 3,069956 | 1.1223872 | 3,667862 |
| | 1550 | 1,636248 | 2,181765 | 1,392831 | 1,955719 | 0.3337844 | 1,452742 |
| | 1871 | 1,870016 | 1,922784 | 1,182732 | 1,438268 | 0.3018042 | 1,281769 |
| | 1875 | 2,513781 | 3,133656 | 1,90708 | 2,922687 | 0.6001025 | 2,305137 |
| | 1874 | 0,722578 | 0,583267 | 0,425358 | 0,824249 | 0.0987239 | 0,521772 |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| světle zelená barva standard: 1245 | 244 | 1,473425 | 1,094395 | 0,833984 | 1,659652 | 0.1755341 | 1,028933 |
| | 246 | 0,395389 | 0,698355 | 0,416533 | 0,540448 | 0.1265464 | 0,484193 |
| | 1879 | 2,040671 | 2,45204 | 1,372824 | 1,94671 | 0.5231055 | 1,821952 |
| | 1877 | 0,518374 | 0,573411 | 0,379088 | 0,561002 | 0.0905012 | 0,485404 |
| | 1558 | 10,56183 | 6,053107 | 3,697482 | 6,418421 | 1.3464737 | 4,995364 |
| | 247 | 1,589872 | 2,049073 | 1,259891 | 2,120546 | 0.4131874 | 1,599559 |
| | 1184 | 1,682041 | 2,658007 | 1,228846 | 1,318358 | 0.4873783 | 1,844082 |
| | 1243 | 0,659343 | 1,352368 | 0,813885 | 0,826092 | 0.2576132 | 1,128934 |
| | 1244 | 0,220769 | 0,526308 | 0,25208 | 0,273589 | 0.08736 | 0,338073 |
| | 1181 | 1,213063 | 1,761391 | 0,789454 | 0,903996 | 0.2460964 | 0,863023 |
| | 1182 | 1,445389 | 1,77657 | 0,791132 | 0,896074 | 0.2715602 | 0,96523 |
| | 1183 | 1,150178 | 1,814966 | 0,809014 | 0,934879 | 0.2469596 | 0,841729 |
| | 1246 | 0,640067 | 0,812958 | 0,356852 | 0,414112 | 0.1090398 | 0,365332 |
| | 754 | 5,314967 | 4,801614 | 2,630052 | 2,576122 | 1.0817031 | 4,547933 |
| | 755 | 4,058646 | 4,704508 | 2,359961 | 2,271713 | 1.1268467 | 4,577403 |
| | 688 | 4,796189 | 5,444006 | 2,732306 | 2,687378 | 1.2449866 | 5,040925 |
| | 667 | 0,640327 | 1,468979 | 0,916716 | 0,966966 | 0.2065499 | 0,995404 |
| | 629 | 2,92731 | 4,167553 | 2,151304 | 2,112587 | 0.9465738 | 3,882981 |
| | 1241 | 0,291076 | 0,791454 | 0,54253 | 0,558803 | 0.1163322 | 0,603845 |
| | 1242 | 0,470738 | 1,027278 | 0,642668 | 0,660256 | 0.1804187 | 0,814434 |
| tmavě zelená barva standard: 813 | 872 | 1,323887 | 1,531307 | 1,222595 | 1,472792 | 0.2374508 | 1,21107 |
| | 1808 | 2,731713 | 1,877232 | 1,383776 | 1,67889 | 0.3624548 | 1,469035 |
| | 874 | 2,81709 | 2,94559 | 2,294806 | 2,774657 | 0.4517995 | 2,419414 |
| | 1191 | 1,478079 | 2,375416 | 1,219067 | 1,600408 | 0.5508352 | 1,764261 |
| | 814 | 1,513591 | 2,252598 | 1,35437 | 1,714375 | 0.4749276 | 1,710249 |
| | 129 | 6,898686 | 5,003459 | 3,984959 | 4,805066 | 0.8447228 | 3,854045 |
| | 812 | 2,616986 | 2,88607 | 2,189927 | 2,659787 | 0.4694785 | 2,332252 |
| | 355 | 3,109804 | 2,873065 | 1,96534 | 2,365811 | 0.4208421 | 2,482702 |
| | 1186 | 8,949071 | 8,361728 | 4,899575 | 6,106289 | 1.6517999 | 6,943203 |
| | 1189 | 2,556236 | 1,098818 | 0,874882 | 1,056644 | 0.1936207 | 0,880972 |
| | 1190 | 2,55251 | 3,039901 | 2,3394 | 2,83027 | 0.5336583 | 2,358287 |
| světle šedá barva standard: 1727 | 607 | 5,48195 | 5,311073 | 3,37248 | 4,151518 | 0.9662911 | 4,077215 |
| | 1662 | 1,591193 | 0,782176 | 0,735675 | 1,116241 | 0.15429 | 0,965611 |
| | 228 | 2,734547 | 1,070047 | 0,984128 | 1,480604 | 0.2255378 | 1,10161 |
| | 1661 | 1,718002 | 1,076522 | 0,956376 | 1,418627 | 0.2393487 | 1,023245 |
| | 1809 | 3,664495 | 2,225983 | 1,437562 | 1,809206 | 0.9817917 | 2,246395 |
| | 1786 | 5,765777 | 3,305163 | 3,209662 | 4,902522 | 0.613722 | 3,17491 |
| | 1785 | 7,147358 | 3,456038 | 3,372842 | 5,158793 | 0.6276907 | 3,333127 |
| | 227 | 0,882153 | 0,630079 | 0,490684 | 0,692347 | 0.1433963 | 0,62921 |
| | 226 | 5,045601 | 1,668802 | 1,612003 | 2,447082 | 0.3009286 | 2,213549 |
| | 408 | 7,150098 | 3,26743 | 2,245984 | 2,95668 | 0.8624176 | 2,844681 |
| tmavě šedá barva standard: 123 | 340 | 5,426741 | 4,248694 | 2,93669 | 3,877513 | 1.5428478 | 3,926587 |
| | 560 | 0,885243 | 0,873212 | 0,767133 | 1,105093 | 0.1489392 | 0,830457 |
| | 561 | 0,883288 | 1,159741 | 0,941857 | 1,330547 | 0.2150222 | 1,077743 |
| | 1757 | 2,551885 | 3,446462 | 2,051458 | 2,573501 | 0.7894524 | 3,166087 |
| | 126 | 1,386971 | 1,68003 | 1,186623 | 1,609268 | 0.3752619 | 1,492742 |
| | 124 | 0,762683 | 0,87367 | 0,757772 | 1,079776 | 0.1597339 | 0,970115 |
| | 125 | 1,105814 | 0,758156 | 0,727121 | 1,075126 | 0.1134355 | 1,023561 |
| | 122 | 0,5119 | 0,685274 | 0,647663 | 0,938663 | 0.1166191 | 0,876797 |
| | 121 | 0,5119 | 0,976934 | 0,885767 | 1,282616 | 0.1776161 | 0,933542 |
| | 120 | 1,218495 | 1,027327 | 0,906568 | 1,300885 | 0.1725849 | 1,339971 |

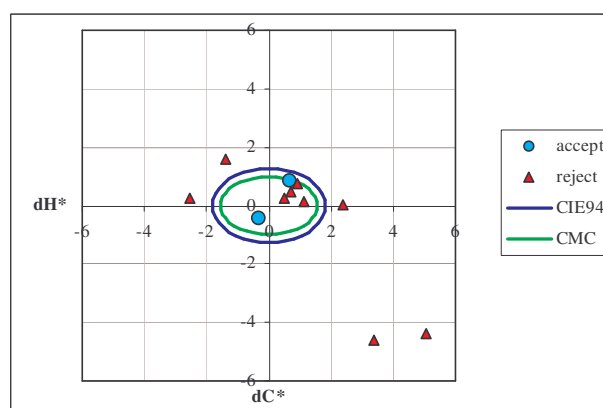
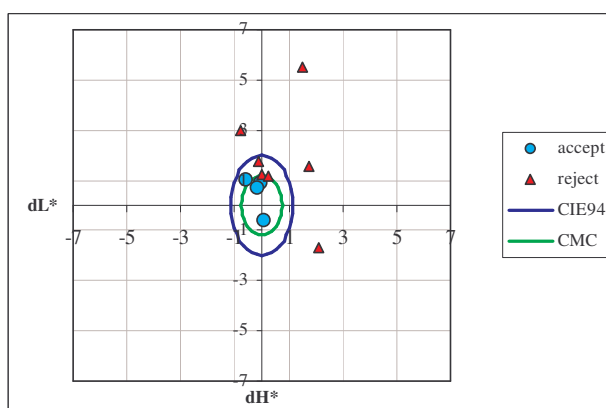
Příloha 3

Projekce dat okolo barevných center.



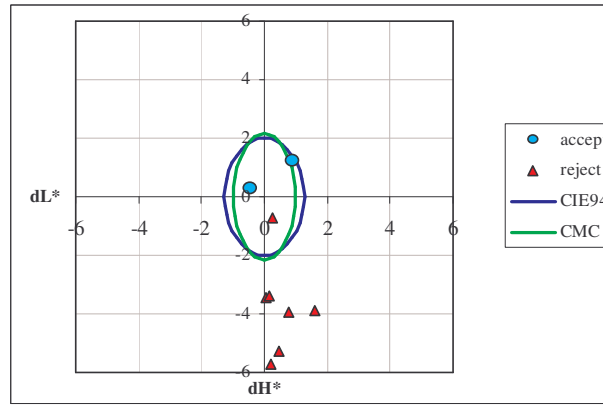
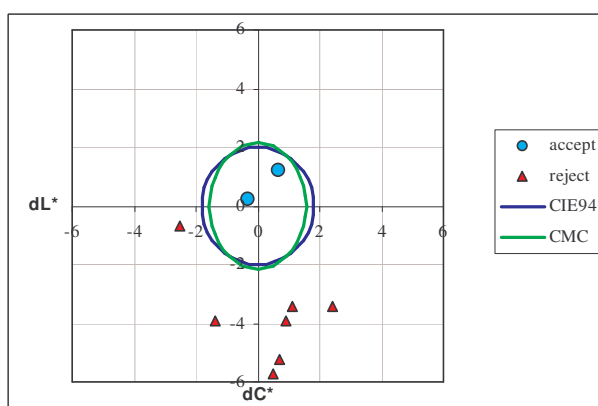
Graf: Projekce barevného centra 1749 na chromatické ploše prostoru CIELAB

Graf: Projekce barevného centra 1749 na chromatické ploše prostoru CIELAB



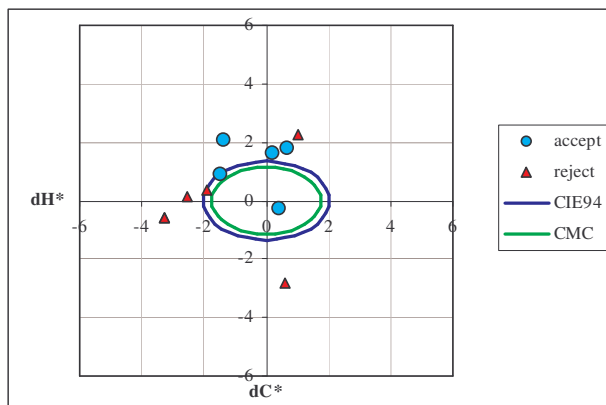
Graf: Projekce barevného centra 1016 na chromatické ploše prostoru CIELAB

Graf: Projekce barevného centra 1016 na chromatické ploše prostoru CIELAB

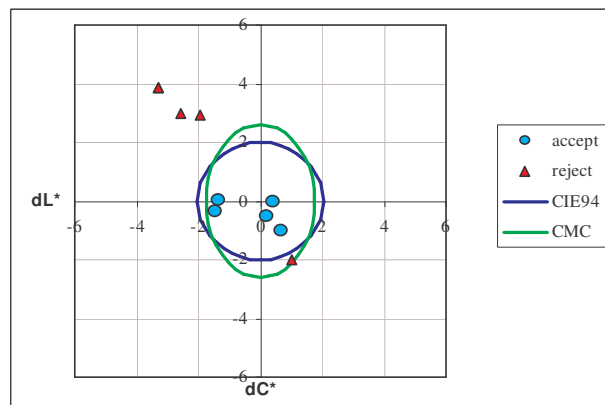


Graf: Projekce barevného centra 1016 na chromatické ploše prostoru CIELAB

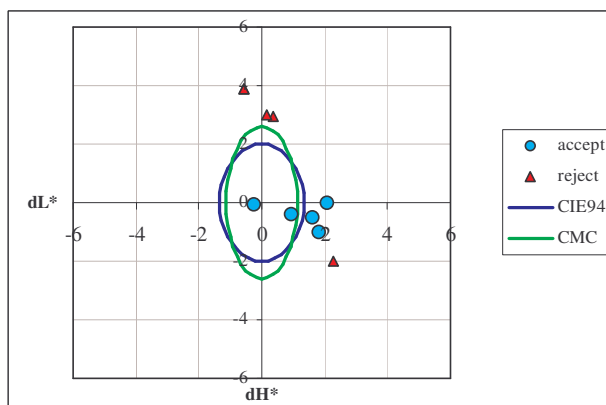
Graf: Projekce barevného centra 1016 na chromatické ploše prostoru CIELAB



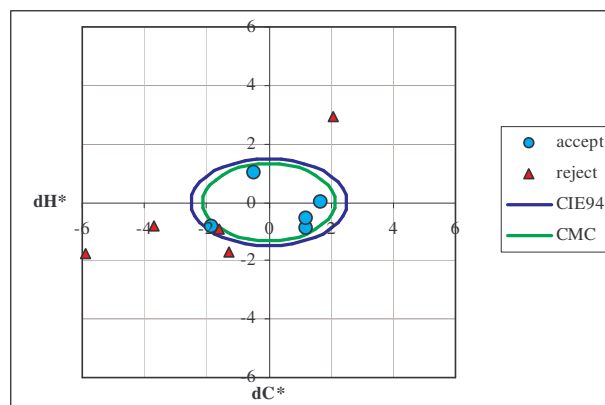
Graf: Projekce barevného centra 9 na chromatické ploše prostoru CIELAB



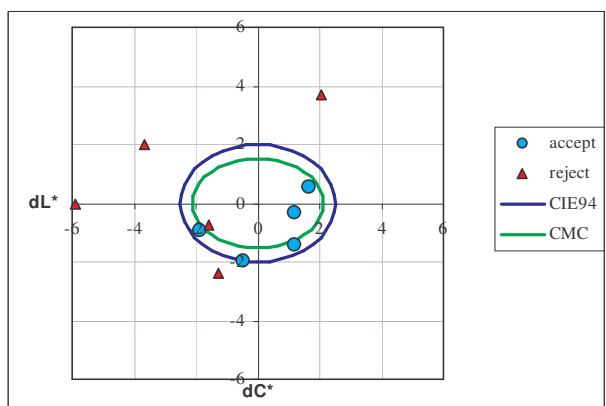
Graf: Projekce barevného centra 9 na chromatické ploše prostoru CIELAB



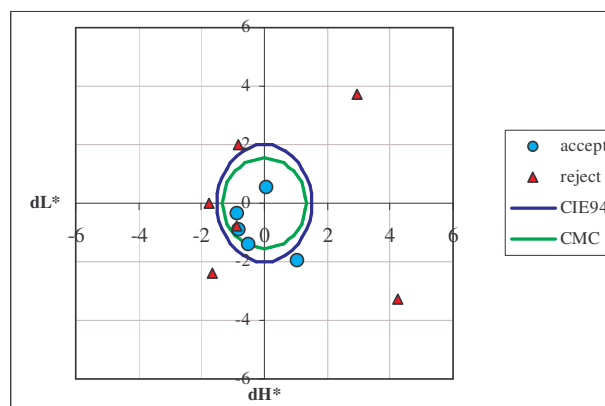
Graf: Projekce barevného centra 9 na chromatické ploše prostoru CIELAB



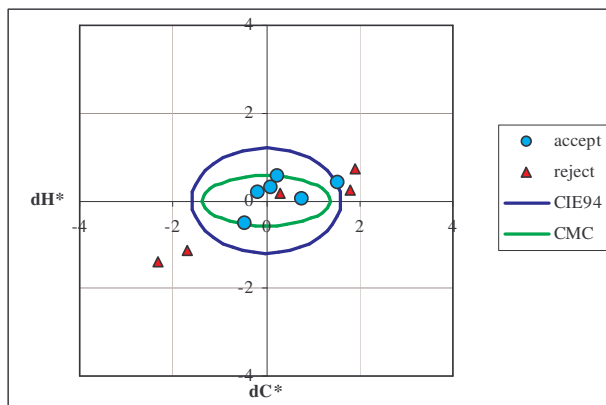
Graf: Projekce barevného centra 213 na chromatické ploše prostoru CIELAB



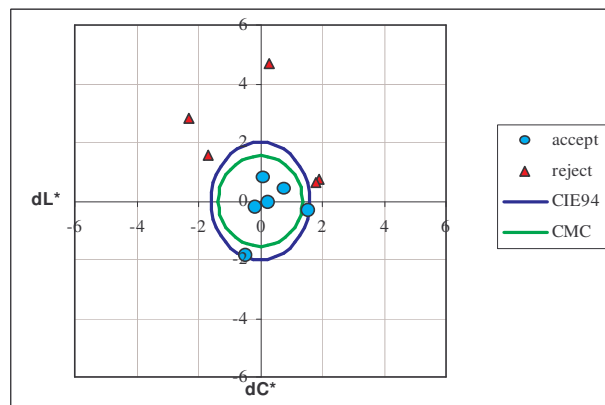
Graf: Projekce barevného centra 213 na chromatické ploše prostoru CIELAB



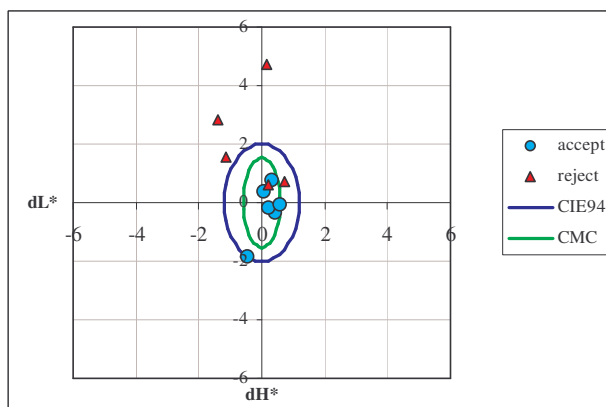
Graf: Projekce barevného centra 213 na chromatické ploše prostoru CIELAB



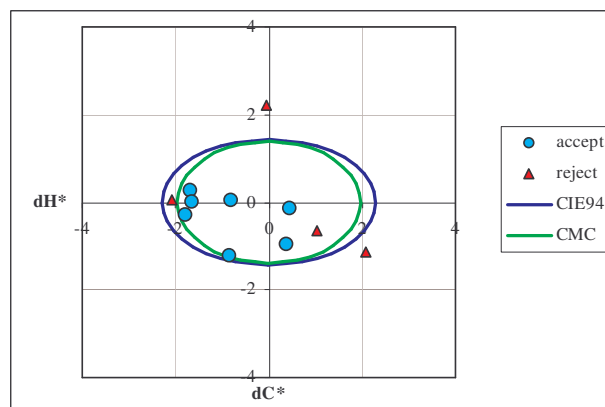
Graf: Projekce barevného centra 250 na chromatické ploše prostoru CIELAB



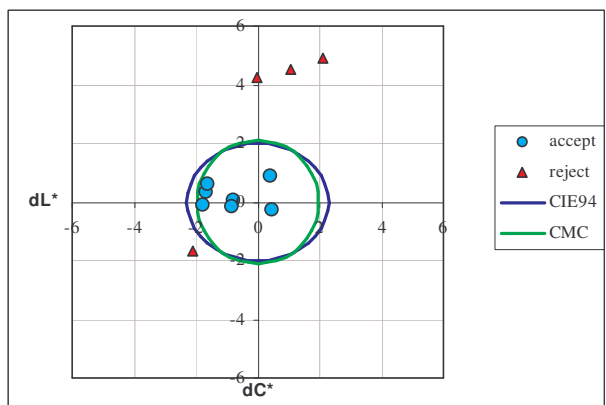
Graf: Projekce barevného centra 250 na L*C* ploše prostoru CIELAB



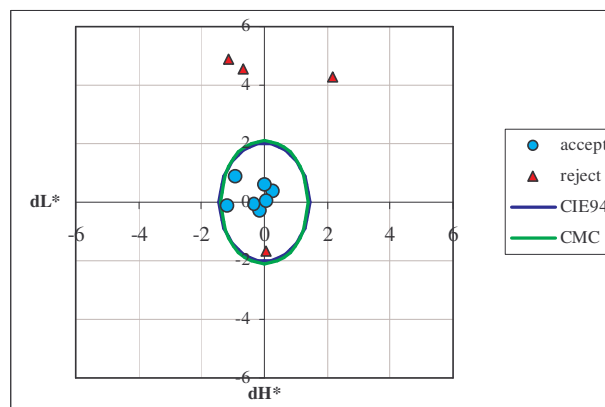
Graf: Projekce barevného centra 250 na L*H* ploše prostoru CIELAB



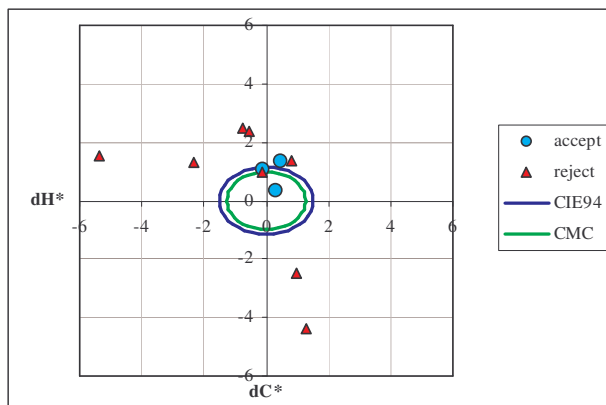
Graf: Projekce barevného centra 1245 na chromatické ploše prostoru CIELAB



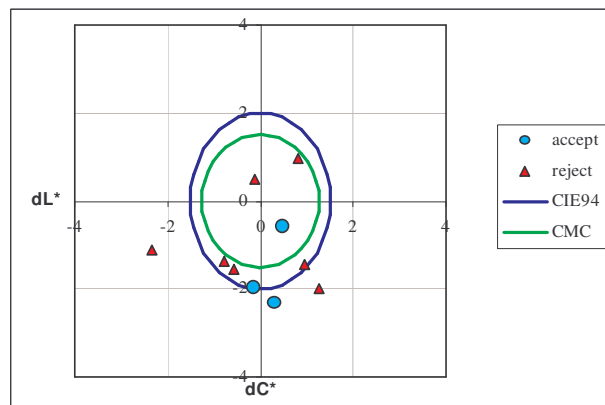
Graf: Projekce barevného centra 1245 na L*C* ploše prostoru CIELAB



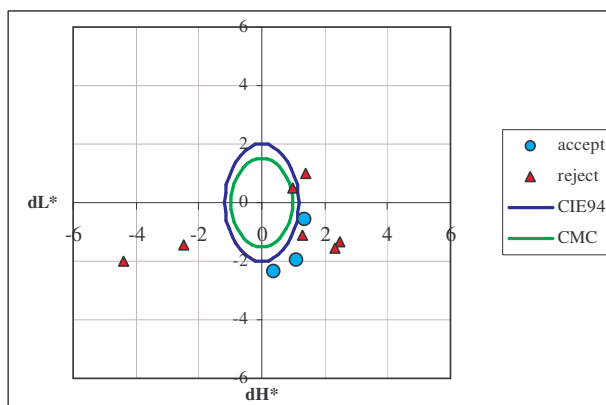
Graf: Projekce barevného centra 1245 na L*H* ploše prostoru CIELAB



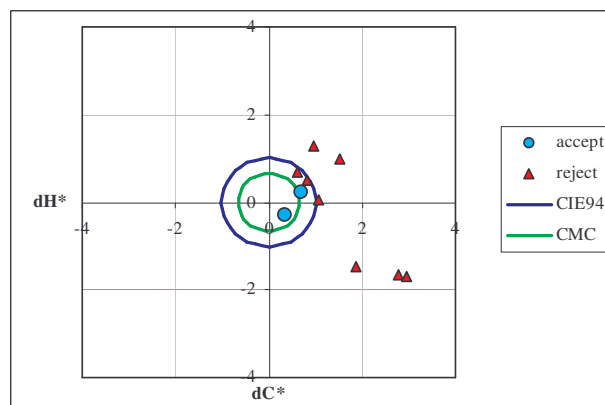
Graf: Projekce barevného centra 813 na chromatické ploše prostoru CIELAB



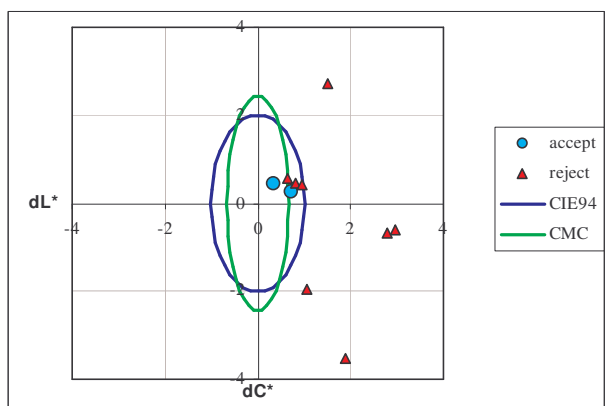
Graf: Projekce barevného centra 813 na L^*C^* ploše prostoru CIELAB



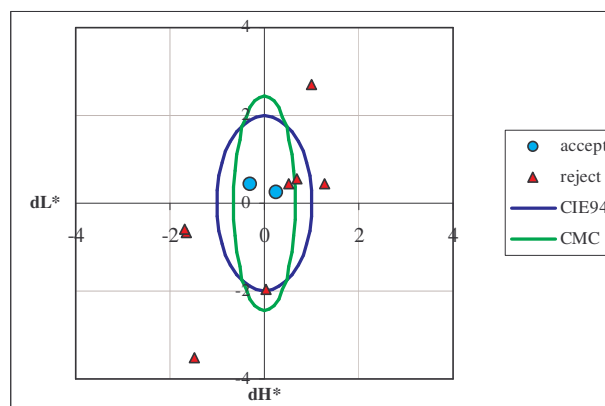
Graf: Projekce barevného centra 813 na L^*H^* ploše prostoru CIELAB



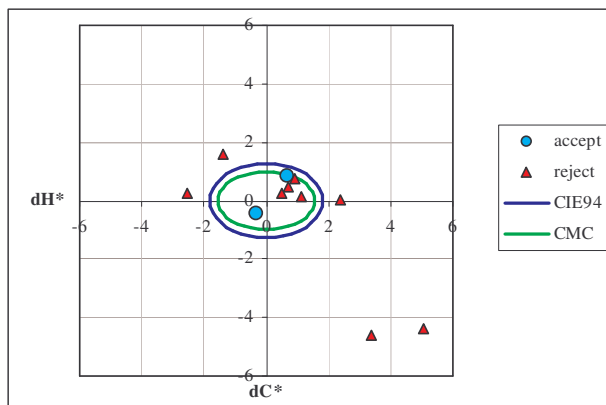
Graf: Projekce barevného centra 1727 na chromatické ploše prostoru CIELAB



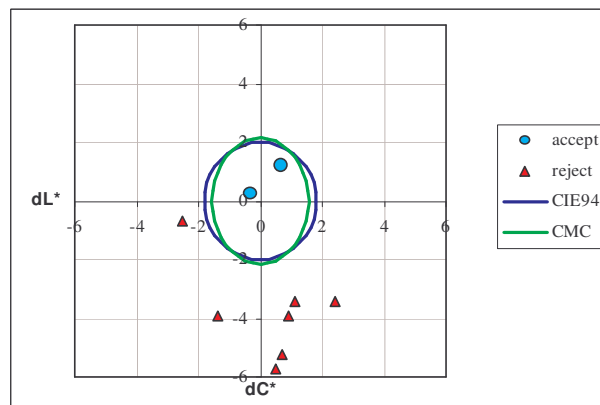
Graf: Projekce barevného centra 1727 na L^*C^* ploše prostoru CIELAB



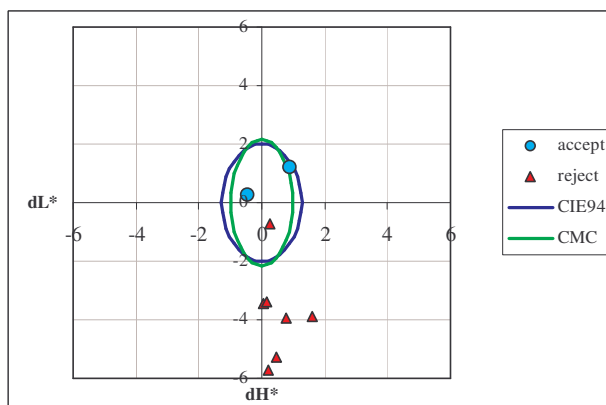
Graf: Projekce barevného centra 1727 na L^*H^* ploše prostoru CIELAB



Graf: Projekce barevného centra 123 na chromatické ploše prostoru CIELAB



Graf: Projekce barevného centra 123 na L^*C^* ploše prostoru CIELAB



Graf: Projekce barevného centra 123 na L^*H^* ploše prostoru CIELAB

Příloha 4

Dotazníky 1 a 2 zaměřené na spotřební elektroniku.

Dotazník 1

| | | |
|----------------------|------------------|-----------|
| Jméno: | Věk: | Pohlaví: |
| Univerzita (podnik): | Obor (zaměření): | Rok:..... |
| Datum: | Čas: | |

Q1. Prosím, přiřad'te přídavná jména k produktům (uvedeným níže), která podle vašeho názoru určují jejich hodnotu.

Spotřební elektronika

Oděvy

Auta

Q2. Které z položek jsou pro vás rozhodujícím prvkem při nákupu následujících produktů? Seřad'te položky podle důležitosti.

Spotřební elektronika

| | | | |
|------------|------------|------------------------|--------------|
| () značka | () barva | () vzhled (nebo tvar) | () materiál |
| () cena | () funkce | () jiné (|) |

Oděvy

| | | | |
|------------|------------|------------------------|--------------|
| () značka | () barva | () vzhled (nebo tvar) | () materiál |
| () cena | () funkce | () jiné (|) |

Auta

| | | | |
|------------|------------|------------------------|--------------|
| () značka | () barva | () vzhled (nebo tvar) | () materiál |
| () cena | () funkce | () jiné (|) |

Q3. Která přídavná jména pro vás vhodně charakterizují barvu následující elektroniky?

Audiovizuální produkty (televizní, rozhlasové přijímače, videorekordéry, filmové projektory, ...)

Domácí elektrické spotřebiče

Q4. Vyjmenujte elektrické/elektronické produkty včetně preferovaných barev, které by jste si zakoupili.

| | Spotřební elektronika | Barvy |
|---|-----------------------|-------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |

Q5. Vyberte důvody (tabulka a až h) k vašim odpovědím z předešlé otázky Q4.

1. ()
2. ()
3. ()
4. ()
5. ()

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">a. Je to moje oblíbená barva.b. Je to tradiční, obvyklá barva pro elektronické produkty.c. Ladí s barvou místnosti.d. Je to moderní barva.e. Můj známý/známá má stejnou barvu.f. Moji přátelé nebo jiná osoba si myslí, že je to moderní a hezká barva.g. Nemám konkrétní důvod.h. Jiné |
|--|

Q6. Popište následující barvy přídavnými jmény, které vás napadnou při její představě. Prosím, napište jich co nejvíce můžete.

| | |
|---------------------|----------------|
| bílá | černá |
| šedá | červená |
| modrá | žlutá |
| zelená | oranžová |
| růžová | purpurová |
| hnědá | světle modrá |
| tmavě modrá | žlutozelená |
| okrová (hnědožlutá) | olivová |
| béžová | indigo (modrá) |
| zlatá | stříbrná |

Q7. Jaká je vaše oblíbená barva a proč?

Q8. Jaké je vaše nejméně oblíbená barva a proč?

Q9. Kterou značku elektronických produktů preferujete?

Q10. Napište, co se vám vybaví k následujícím značkám.

Google

Apple Computer

Starbucks Coffee

Nokia

Sony

Mnohokrát děkuji.

Dotazník 2

| | | |
|----------------------|------------------|-----------|
| Jméno: | Věk: | Pohlaví: |
| Univerzita (podnik): | Obor (zaměření): | Rok:..... |
| Datum: | Čas: | |

Q1. Která barva podle vás je nejvíce vhodná pro následující elektroniku?

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Mobilní telefon | (|) |
| <input type="checkbox"/> elektrický produkt 1 | (|) |
| <input type="checkbox"/> elektrický produkt 2 | (|) |
- (el. produkty, které jste označil/a v dotazníku 1 – Q4)

Q2. Která barva podle vás je nejméně vhodná pro následující elektroniku?

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Mobilní telefon | (|) |
| <input type="checkbox"/> elektrický produkt 1 | (|) |
| <input type="checkbox"/> elektrický produkt 2 | (|) |
- (el. produkty, které jste označil/a v dotazníku 1 – Q4)

Q3. Vyjmenujte spotřební elektronické produkty, které běžně používáte včetně jejich barvy a zda jste s touto barvou spokojeni. Pokud je produkt vícebarevný napište pouze barvu, která převažuje.

Q4. Napište produkty, u kterých si myslíte, že barva je důležitým faktorem.

Q5. Jak velký vliv na vás mají faktory (a – g) při nákupu elektronických produktů. Zakroužkujte jednu z možností 1-4 uvedenou u faktorů.

Možnosti:

4. velký vliv
3. malý vliv
2. nemá vliv
1. vůbec nemá vliv

- | | | | | |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| a. Složitost použití. | 4 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> |
| b. Výrobek mě brzo přestane bavit. | 4 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> |
| c. Nízká kvalita. | 4 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> |
| d. Design, který může rychle vyjít z módy. | 4 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> |
| e. Nové funkce mohou brzy zastarat. | 4 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> |
| f. Hodnota neodpovídá ceně (nadhodnoceno). | 4 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> |
| g. Co říkají lidé, známí na můj výběr (vkus). | 4 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> |

Q6. Kdyby jste nakupovali následující produkty prostřednictvím internetového a katalogového obchodu, podle čeho se rozhodnete výrobek koupit.

- | | | |
|--------------------|--------|---------------------|
| 1. mobilní telefon | () | jiná odpověď () |
| 2. lednice | () | jiná odpověď () |
| 3. auto | () | jiná odpověď () |
| 4. bunda | () | jiná odpověď () |
| 5. ponožky | () | jiná odpověď () |
| 6. spodní prádlo | () | jiná odpověď () |
| 7. nábytek | () | jiná odpověď () |

- a. Koupíte potom, co jste výrobek fyzicky viděli.
b. Koupíte potom, co jste viděli fotografii.
c. Koupíte bez znázornění.

Q7. Zakroužkuj barvy, z kterých byste měl/a radost při koupi, která je založena pouze na základě názvu barvy. Produkt či jeho fotografii nemáte k dispozici. (Která barva je vám příjemná při nakupování?) Vybrané barvy zakroužkujte.

| | | | | | |
|-------------|--------|-----------|---------|--------------|-------------|
| bílá | černá | zelená | červená | modrá | žlutá |
| oranžová | růžová | purpurová | hnědá | světle modrá | tmavě modrá |
| žlutozelená | okrová | olivová | béžová | indigová | zlatá |
| stříbrná | | | | | |

Q8. Chcete si koupit jeden z následujících produktů, ale vaše preferovaná barva není k dispozici, co uděláte? (označte a-f)

- | | |
|--------------------|--------|
| 1. Lednice | () |
| 2. Mobilní telefon | () |
| 3. MP3 | () |

- a. Koupím si produkt v jiné barvě.
b. Koupím jiný podobný produkt v preferované barvě.
c. Jdu do jiného obchodu sehnat výrobek v mé preferované barvě.
d. I přes zdržení si produkt objednám v mé preferované barvě.
e. Nekoupím.
f. Jiné ()

Q9. Vyjmenujte elektronické produkty a přiřaďte k nim názvy společností, které se vám vybaví.

Q10. Které z položek jsou pro vás rozhodujícím prvkem při nákupu následujících produktů?
(seřaďte položky podle důležitosti)

Mobilní telefon

☐ značka ☐ barva ☐ vzhled (nebo tvar) ☐ materiál
☐ cena ☐ funkce ☐ jiné ()

Stejná otázka pro jeden elektrický výrobek z dotazníku 1 - Q2.

☐ značka ☐ barva ☐ vzhled (nebo tvar) ☐ materiál
☐ cena ☐ funkce ☐ jiné ()

Mnohokrát děkuji.

Příloha 5

Dotazníky 1 a 2 zaměřené na oděvní sortiment.

Dotazník 1

| | | |
|----------------------|------------------|-----------|
| Jméno: | Věk: | Pohlaví: |
| Univerzita (podnik): | Obor (zaměření): | Rok:..... |
| Datum: | Čas: | |

Q1. Prosím, přiřad'tě přídavná jména k výrobkům (uvedeným níže), která podle vašeho názoru určují jejich hodnotu.

Vrchní oděv

Obuv

Oděvní doplňky

Q2. Které z položek jsou pro vás rozhodujícím prvkem při nákupu následujících výrobků?
Seřaďte položky podle důležitosti.

Spodní prádlo

| | | | |
|---------------------------------|--|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> značka | <input type="checkbox"/> barva | <input type="checkbox"/> vzhled (nebo tvar) | <input type="checkbox"/> materiál |
| <input type="checkbox"/> cena | <input type="checkbox"/> snadná údržba | <input type="checkbox"/> praktičnost | <input type="checkbox"/> módnost |
| jiné () | | | |

Společenský oděv

| | | | |
|---------------------------------|--|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> značka | <input type="checkbox"/> barva | <input type="checkbox"/> vzhled (nebo tvar) | <input type="checkbox"/> materiál |
| <input type="checkbox"/> cena | <input type="checkbox"/> snadná údržba | <input type="checkbox"/> praktičnost | <input type="checkbox"/> módnost |
| jiné () | | | |

Sportovní oděv

| | | | |
|---------------------------------|--|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> značka | <input type="checkbox"/> barva | <input type="checkbox"/> vzhled (nebo tvar) | <input type="checkbox"/> materiál |
| <input type="checkbox"/> cena | <input type="checkbox"/> snadná údržba | <input type="checkbox"/> praktičnost | <input type="checkbox"/> módnost |
| jiné () | | | |

Pracovní oděv

| | | | |
|---------------------------------|--|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> značka | <input type="checkbox"/> barva | <input type="checkbox"/> vzhled (nebo tvar) | <input type="checkbox"/> materiál |
| <input type="checkbox"/> cena | <input type="checkbox"/> snadná údržba | <input type="checkbox"/> praktičnost | <input type="checkbox"/> módnost |
| jiné () | | | |

Vycházkový oděv

| | | | |
|---------------------------------|--|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> značka | <input type="checkbox"/> barva | <input type="checkbox"/> vzhled (nebo tvar) | <input type="checkbox"/> materiál |
| <input type="checkbox"/> cena | <input type="checkbox"/> snadná údržba | <input type="checkbox"/> praktičnost | <input type="checkbox"/> módnost |
| jiné () | | | |

Oděvní doplňky

| | | | |
|---------------------------------|--|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> značka | <input type="checkbox"/> barva | <input type="checkbox"/> vzhled (nebo tvar) | <input type="checkbox"/> materiál |
| <input type="checkbox"/> cena | <input type="checkbox"/> snadná údržba | <input type="checkbox"/> praktičnost | <input type="checkbox"/> módnost |
| jiné () | | | |

Q3. Která přídavná jména pro vás vhodně charakterizují barvu následujících oděvních výrobků?

Vycházkový oděv**Společenský oděv****Sportovní oděv****Pracovní oděv****Spodní oděv****Obuv**

Q4. Vyjmenujte oděvní výrobky včetně preferovaných barev, které by jste si zakoupili.

| | Oděvní výrobky | Barvy |
|---|----------------|-------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |

Q5. Vyberte důvody (tabulka a až h) k vašim odpovědím z předešlé otázky Q4.

1. ()
2. ()
3. ()
4. ()
5. ()

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">a. Je to moje oblíbená barva.b. Je to tradiční, obvyklá barva pro daný výrobek.c. Ladí s barvou mého dalšího ošacení.d. Je to moderní barva.e. Můj známý/známá má stejnou barvu.f. Moji přátelé nebo jiná osoba si myslí, že je to moderní a hezká barva.g. Nemám konkrétní důvod.h. Jiné |
|--|

Q6. Popište následující barvy přídatnými jmény, které vás napadnou při její představě. Prosím, napište jich co nejvíce můžete.

| | |
|------|---------|
| bílá | černá |
| šedá | červená |

| | |
|---------------------|----------------|
| modrá | žlutá |
| zelená | oranžová |
| růžová | purpurová |
| hnědá | světle modrá |
| tmavě modrá | žlutozelená |
| okrová (hnědožlutá) | olivová |
| béžová | indigo (modrá) |
| zlatá | stříbrná |

Q7.Jaká je vaše oblíbená barva a proč?

Q8. Jaké je vaše nejméně oblíbená barva a proč?

Q9. Kterou značku oděvních výrobků preferujete?

Q10.Napište, co se vám vybaví k následujícím značkám.

Nike

Quicksilver

Diesel

Marks&Spenser

H&M

Moira

Dior

Calvin Klein

Versace

Mnohokrát děkuji.

Dotazník 2

| | | |
|----------------------|------------------|-----------|
| Jméno: | Věk: | Pohlaví: |
| Univerzita (podnik): | Obor (zaměření): | Rok:..... |
| Datum: | Čas: | |

Q1. Která barva podle vás je nejvíce vhodná pro následující oděvní výrobky?

- ☐ pánský společenský oblek ()
☐ oděvní výrobek 1 ()
☐ oděvní výrobek 2 ()
(oděvní výrobky, které jste označil/a v dotazníku 1 – Q4)

Q2. Která barva podle vás je nejméně vhodná pro následující oděvní výrobky?

- ☐ pánský společenský oblek ()
☐ oděvní výrobek 1 ()
☐ oděvní výrobek 2 ()
(oděvní výrobky, které jste označil/a v dotazníku 1 – Q4)

Q3. Uveďte barvy celoročně převažující ve vašem šatníku.

Q4. Napište situace, při kterých barva oděvu hraje důležitou roli a o jakou barvu se jedná.

Q5. Jak velký vliv na vás mají faktory (a – g) při nákupu oděvních výrobků. Zakroužkujte jednu z možností 1-4 uvedenou u faktorů.

Možnosti:

4. velký vliv

3. malý vliv

2. nemá vliv

1. vůbec nemá vliv

- | | | | | |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| a. Složitost údržby. | 4 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> |
| b. Výrobek mě brzo přestane bavit. | 4 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> |
| c. Nízká kvalita. | 4 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> |
| d. Design, který může rychle vyjít z módy. | 4 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> |
| e. Hodnota neodpovídá ceně (nadhodnoceno). | 4 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> |
| f. Víceúčelná kombinace použití. | 4 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> |
| g. Co řeknou lidé, známí na můj výběr (vkus). | 4 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> |

Q6. Kdyby jste nakupovali následující produkty prostřednictvím internetového a katalogového obchodu, podle čeho se rozhodnete výrobek koupit.

- | | | |
|------------------|--------|---------------------|
| 1. triko | () | jiná odpověď () |
| 2. obuv | () | jiná odpověď () |
| 3. spodní prádlo | () | jiná odpověď () |
| 4. zimní bunda | () | jiná odpověď () |
| 5. ponožky | () | jiná odpověď () |
| 6. ryfle | () | jiná odpověď () |
| 7. oblek/kostým | () | jiná odpověď () |

- a. Koupíte potom, co jste výrobek fyzicky viděli.
 b. Koupíte potom, co jste viděli fotografii.
 c. Koupíte bez znázornění.

Q7. Zakroužkuj barvy, z kterých byste měl/a radost při koupy, která je založena pouze na základě názvu barvy. Produkt či jeho fotografii nemáte k dispozici. (Která barva je vám příjemná při nakupování?) Vybrané barvy zkroužkujte.

| | | | | | |
|-------------|--------|-----------|---------|--------------|-------------|
| bílá | černá | zelená | červená | modrá | žlutá |
| oranžová | růžová | purpurová | hnědá | světle modrá | tmavě modrá |
| žlutozelená | okrová | olivová | béžová | indigová | zlatá |
| stříbrná | | | | | |

Q8. Chcete si koupit jeden z následujících výrobků, ale vaše preferovaná barva není k dispozici, co uděláte? (označte a-f)

- | | |
|-----------------|--------|
| 1. Triko | () |
| 2. Kalhoty | () |
| 3. Svetr/Mikina | () |
| 4. Bunda | () |
| 5. Oblek/Kostým | () |

- a. Koupím si výrobek v jiné barvě.
 b. Koupím jiný podobný výrobek v preferované barvě.
 c. Jdu do jiného obchodu sehnat výrobek v mé preferované barvě.
 d. I přes zdržení si výrobek objednám v mé preferované barvě.
 e. Nekoupím.
 f. Jiné ()

Q9. Vyjmenujte oděvní výrobky a přiřaďte k nim názvy společností, které se vám vybaví.

Q10. Které z položek jsou pro vás rozhodujícím prvkem při nákupu následujících výrobků?
(seřaďte položky podle důležitosti)

Večerní oděv

| | | | |
|---------------------------------|--|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> značka | <input type="checkbox"/> barva | <input type="checkbox"/> vzhled (nebo tvar) | <input type="checkbox"/> materiál |
| <input type="checkbox"/> cena | <input type="checkbox"/> snadná údržba | <input type="checkbox"/> praktičnost | <input type="checkbox"/> módnost |
| jiné () | | | |

Stejná otázka pro jeden oděvní výrobek z dotazníku 1 - Q2.

| | | | |
|---------------------------------|--|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> značka | <input type="checkbox"/> barva | <input type="checkbox"/> vzhled (nebo tvar) | <input type="checkbox"/> materiál |
| <input type="checkbox"/> cena | <input type="checkbox"/> snadná údržba | <input type="checkbox"/> praktičnost | <input type="checkbox"/> módnost |
| jiné () | | | |

Mnohokrát děkuji.